U. D. C. 55(05)

地質調査所月報

第 11 巻　第 4 号

目　次

報　文

東中秀雄，永井浩三：淡路島の亜炭（その 1）……1(207)
井島信五郎：長野県上水内郡豊野町試掘地付近の地質……15(221)

概　報

奈良県五条鉱山金屋淵鉱床について（予報）
日鉄美唄第 1 号井における坑井内速度測定
岡山県帯江鉱山付近の銅鉱床
岩手県恩徳金山鉱床について
山形県不平鉱山・東宝鉱山付近の地質・鉱床
島根県片江鉱山の銅・鉛・亜鉛鉱床
熊本県小国鉱山硫化鉄鉱の概報
島根県美濃郡・那賀郡地域の磁硫鉄鉱鉱床

技術研究所 受 35. 9. 1 付 図書
台帳記入済
カード記入済
地質調査所 受 35. 8. 31 付 技術研究所

資　料

火成源鉱床生成に関するある種の問題について

工業技術院地質調査所

昭和 35 年 4 月

Higashinaka, H.
Nagai, K.

淡路島の亜炭（その1）

東中秀雄・永井浩三

地質調査所月報，Vol. 11, No. 4, p. 207～220, 1960

12 illus.

昭和 21～22 年にわたる淡路島夾亜炭層の調査・研究のうち，各論として由比・賀集・津井3地域の地質・夾炭層および炭鉱について述べてある。とくに炭鉱については，当時の稼行状況の概要まで記されている。

553.96+622.332(521.758)

Ijima, S.

長野県上水内郡豊野町試掘地付近の地質

井島信五郎

地質調査所月報，Vol. 11, No. 4, p. 221～236, 1960

10 illus., 3 tab.

調査対象とした試掘地は，かつて試掘の行なわれた富倉背斜の西方に並走する背斜構造列の南部にある。豊野町付近には，多くの油徴・ガス徴が発見されており試掘は平原内ガス徴地の1つに対して行なわれた。試掘の結果地質は深度 86 m まで冲積層，以下洪積層とされている豊野層が坑底 600 m まで続くものと判断された。試掘井には 155 m 以浅に数カ所のガス徴，533 m 以下に油徴が認められた。D. S. T. の結果本井は廃坑と決定されたが，この付近千曲川氾濫原下の第三紀層に対しては，今後引き続き調査試掘の実施が望ましい。

553.98 : 551.79(521.52)

技術研究所 受 35. 9. 1 付 図書

Komura, K.

奈良県五条鉱山金屋淵鉱床について（予報）

小村幸二郎

地質調査所月報，Vol. 11, No. 4, p. 237～239, 1960

1 illus., 1 tab.

紀伊中部地域の含銅硫化鉄鉱床調査の一部として行なつた，五条鉱山金屋渕鉱床調査の予報である。鉱床は古期の頁岩・緑色岩・チャート等を母岩とする広義の含銅硫化鉄鉱床（キースラーガー）で，4主要鉱体は傾斜方向に延びる竿鋼をなす。鉱石は塊鉱と鉱染鉱とからなり，僅かに黄銅鉱・閃亜鉛鉱を含む。母岩の変質作用としては緑泥石化作用と炭酸塩化作用がみられる。

553.435(521.76) : 550.85

Ninagawa, S.
Furuya, S.

日鉄美唄第1号井における坑井内速度測定

蜷川親治・古谷重政

地質調査所月報，Vol. 11, No. 4, p. 241～244, 1960

5 illus., 2 tab.

地震探査に関する資料を得る目的で，坑井内速度測定（Well-Shooting）を実施した。使用した試錐井は北海道美唄市西方の日鉄美唄1号井で，掘さく深度は 1,305 m である。調査の結果 450 m 以深からは良好な記録が得られなかつたが奈井江の速度測定と比較検討することができた。

550.834(524)

Okumi, S.

岩手県恩徳金山鉱床について

奥海　靖

地質調査所月報, Vol. 11, No. 4, p. 251～252, 1960

鉱床は古生層のホルンフェルスまたは花崗岩との間の混生岩中の断層，裂かを充填した含金石英脈で，恩徳・能満の2鉱床からなる。本調査の目的は探鉱の指導であり，調査の結果は次のように考えられる。恩徳鉱床については2号坑は掘り下り位置より南東方に約 20 m 下部へ探鉱の余地があり，朝日坑南東引立もなお鏈押しの必要がある。能満鉱床はまず取り明けによってさきに探鉱した主脈を確認したうえでその状況によつて方針を立てるべきである。

553.411：622.19(521.12)：550.85

Okumi, S.
Takahashi, H.

山形県不平鉱山・東宝鉱山付近の地質・鉱床

奥海　靖・高橋兵一

地質調査所月報, Vol. 11, No. 4, p. 253～254, 1960

付近の地質は基盤をなす花崗閃緑岩と，これを覆う第三系緑色凝灰岩層ならびに石英粗面岩岩脈からなる。不平鉱床は花崗閃緑岩中に胚胎し，本鏈，副鏈の2条あるが，そのうち本鉱は黄銅鉱を主とし，黄鉄鉱・方鉛鉱・閃亜鉛鉱を伴う石英脈であり，副鏈は本鏈の上盤に分岐したもので黄銅鉱を含む鉱脈である。東宝鉱山の鉱床は緑色凝灰岩中の裂か充塡鉱床で黄銅鉱・方鉛鉱・閃亜鉛鉱・黄鉄鉱を伴う石英脈である。不平鉱床については1番坑と2番坑との間の富鉱部に探鉱の余地があるが，他はいずれも期待はもてない。

553.435(521.15)：550.85

Takashima, K.
Doi, K.

岡山県帯江鉱山付近の銅鉱床

高島　清・土井啓司

地質調査所月報, Vol. 11, No. 4, p. 245～250, 1960
1 illus., 3 tab.

鉱床は古生層中の花崗岩の迸入による変成帯，ならびにその外部とに形成された裂か充塡鉱床であり，変成帯では NS 系，非変成帯では EW 系，または中間系を示す。鉱石は黄銅鉱を主とし，少量の方鉛鉱・閃亜鉛鉱・磁硫鉄鉱・黄鉄鉱・硫砒鉄鉱を伴う。探鉱にあたつては上記裂か系に留意することと，さらに今後物理探鉱・化学探鉱を実施することが望ましい。

553.43：622.19(521.83)：550.85

Kiyoshima, N.
Yamada, M.

島根県片江鉱山の銅・鉛・亜鉛鉱床

清島信之・山田正春

地質調査所月報, Vol. 11, No. 4, p. 255～256, 1960
1 tab.

本鉱床に対して島根県工業試験所が電気探査を行なつた結果について，現地に趣き今後の探鉱方針とともに検討した。付近の地質は第三系の黒色頁岩・角礫凝灰岩・砂質凝灰岩とこれを貫く石英粗面岩・安山岩からなり，鉱床はそれらのうち黒色頁岩と角礫凝灰岩との境界部近くに交代生成された黒鉱鉱床である。鉱床は大小さまざまの規模をもち，数千 t に達するものもある。鉱床は珪化作用を伴い電気探査においても著しい電位異常を示しているので鉱床の賦存が期待される。

553.43/.44：622.19(521.82)：550.837＋550.85

Inai, N.

熊本県小国鉱山硫化鉄鉱の概報

稲井信雄

地質調査所月報, Vol. 11, No. 4, p. 257～258, 1960

1 tab.

熊本県の要望によつて概査したものである。付近を構成する地質は，九重火山の活動に伴う，両輝石角閃石安山岩類と角礫岩・凝灰岩からなり，硫化鉄鉱床は両輝石安山岩の裂かに沿つて生成されたものである。鉱石は主として白鉄鉱からなり，母岩は粘土化作用のほか，蛋白石化作用および漂白作用を受けている。本鉱床にも未採掘の部分が残つているが，なお本鉱山付近にも類似の鉱床が潜在すると思われるので，変質作用の認められる部分は探鉱の余地があると考えられる。

553.661.2：622.19(522.5)：550.85

Takashima, K.

島根県美濃郡・那賀郡地域の磁硫鉄鉱鉱床

高島　清

地質調査所月報, Vol. 11, No. 4, p. 258, 1960

本研究は未利用鉄資源開発調査の一部で那賀郡井野黒沢村・美濃郡都茂村および益田市南方の磁硫鉄鉱床を対象としたものである。地質はいずれも古生層とこれを貫く深成岩類と石英粗面岩等があり，古生層はホルンフエルス化している。鉱床は井野黒沢におけるものは輝緑岩質岩脈の形成に伴い生成された高温性接触交代鉱床であり，上部は酸化作用により褐鉄鉱となつているが，下部には磁硫鉄鉱が確認された。また他の2カ所のものも古生層の層理面に，または断層等の弱線に沿つて生成された高温性接触交代鉱床である。

553.661.2(521.82)：550.85

Ovchinnikof, L. N.
tr. Konishi, Z.

火成源鉱床生成に関するある種の問題について

L. N. Ovchinnikof　小西善治訳

地質調査所月報, Vol. 11, No. 4, p. 259～271, 1960

10 illus.

火成熔融液（マグマ）中で発生する諸現象，とくに金属元素が結合して錯酸を形成して行く過程について新しい見解を述べている。

553.2：441.49：546.3

Inst. N.

関本県小国町山崎化石産の腕足

鎌井信雄

地質雑誌 Vol. 11, No. 4, p. 229–234, 1960

(in Jpn.)

関本県の東端にあって新生代の地層と古生代の地層との境界に、大きな断層線が走っている。この断層線に沿って、両盆地の間の地形の著しい差異が生じている。また、この断層線に沿って、温泉や鉱泉の湧出が多いことも注目される。

N53.001.2 : 552.78(552.3) : 550.85

Tsuzuki, K.

鳥取県東部・岩美郡地域の地質構造

葛巻 清

地質雑誌 Vol. 11, No. 4, p. 235–240, 1960

(in Jpn.)

本地域は大局的には東西走向の褶曲構造をもつ。しかし、詳細に見ると、多数の断層によって、この褶曲構造は複雑化している。また、この地域は、いわゆる「領家変成帯」に属し、広範囲にわたって花崗岩類が貫入している。

N53.001.2:551.43 : 550.85

Overbeek, L. M.

Overbeek, L. M.

火成岩類産地に関する諸問題について

L.M. Overbeek 小野晋治訳

地質雑誌 Vol. 11, No. 4, p. 230–237, 1960

(in Jpn.)

火成岩類（マグマ）中で発生する諸現象、とくに金属元素の結晶した鉱物を、地下深くで観察することは困難である。

551.2 : 441.43 : 549.3

報　文

553.96+622.332(521.758)

淡路島の亜炭（その1）

東中 秀雄*　永井 浩三*

Investigation on Lignite Fields in Awaji Island Part 1

by
Hideo Higashinaka & Kōzō Nagai

Abstract

In Awaji Island there are several lignite fields, of which those of Yura, Kashu, Tsui, Hirao, Shitoori and Maruyama were mined. The summarized report on the survey of the fields was published previously in Bull. Geol. Surv. Jap. Vol. 2, No. 1. Now are presented the detailed reports on each field. Since the survey was carried out from the end of 1946 to 1947, the results of the investigation differs in some points from the present condition. Hence the writer considers that it is preferable now to describe mainly about the lignite-bearing layers, together with the historical notes and the mining process of the fields at that time.

The report consists of two parts, the first one of which contains here the result of the survey about the fields of Yura, Kashu and Tsui.

要　旨

昭和 21 年末から翌年にかけて本邦炭田開発調査の一つとして，淡路島の亜炭調査が実施され，その総括的な報告は地質調査所月報第2巻第1号に掲載された。こゝには各論として各地域についての概要をまとめた（第1図）。もちろん今日となつては，炭鉱の様子などは大いに変わつているので，こゝでは夾亜炭層（以下特記の必要のない限り，夾炭層と呼ぶ。）の状況を主にし，これに炭鉱の沿革や当時の稼行状況などを加えて述べた。

1. 由良地域

1.1 地　質

由良地域は洲本・由良を結ぶ県道沿いの内田を含む北西—南東に延びる面積 0.5 km² (1.5 km×0.3 km) 足らずの小区域で，紀淡海峡に面している。

本地域に分布している地層は，下位から白堊系・内田層・段丘礫層および沖積層である（第2図）。

白堊系：　江原真伍の由良砂岩頁岩層に該当し，おゝむね走向 N 20～45° E，傾斜 35～50° SE を示す。主として頁岩からなり，砂岩層および礫岩層を挟有する。

内田層：　本地域の夾炭層に対する仮称で，上記白堊系上に不整合にのり，粘土・砂・砂質粘土からなつている。

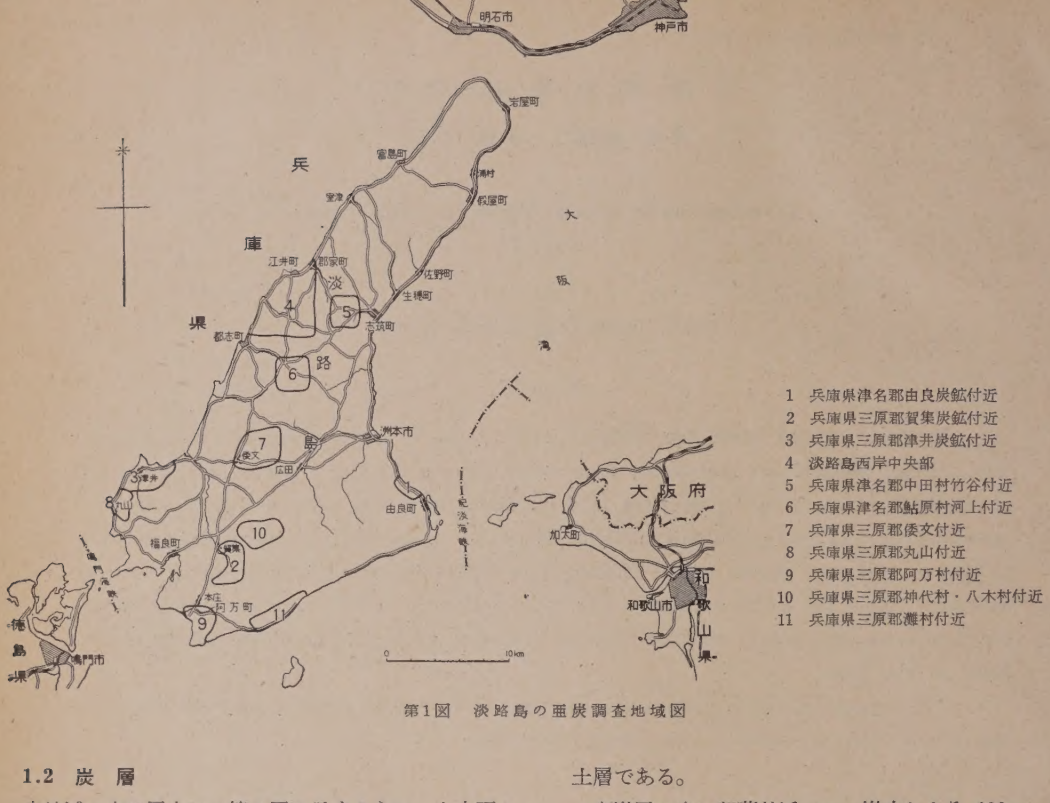
この層の層序は第3図に示されてあるが，その下部は主として内田の神社付近，上部は土生川および天川付近の観察から作成され，その全厚は約 110 m である。

白堊系と内田層との不整合は，内田の神社西方約 100 mの崖でみられる。厚さ約4 mの礫岩層が東に約 30° 傾斜して白堊紀の頁岩上にのつている。この礫岩は径 10 cm を最大とする砂岩とチャートの礫を，同質の砂で膠結したもので，なかに亜炭片を含む。この基底礫岩は上記のほか，神社の裏の小丘，斜坑から南東 200 m 余の一軒家付近，土生川とその北側の山腹および避病舎の南方に当る池畔などでも認められる。

段丘礫層：　内田層上に不整合にのり，標高 15～25m の段丘を構成している。砂岩・礫岩などの円礫が多く，礫の最大は径 70 cm に及ぶ。その厚さは約2 m で，海に向かつてわずかに傾斜する。

本地域には断層はほとんどみあたらず，わずかに露頭②の付近および天川の不整合の付近の白堊系中を東西に走る断層が予想されるにすぎない。

* 地質調査所調査員



1 兵庫県津名郡由良炭鉱付近
2 兵庫県三原郡賀集炭鉱付近
3 兵庫県三原郡津井炭鉱付近
4 淡路島西岸中央部
5 兵庫県津名郡中田村竹谷付近
6 兵庫県津名郡鮎原村河上付近
7 兵庫県三原郡倭文付近
8 兵庫県三原郡丸山付近
9 兵庫県三原郡阿万村付近
10 兵庫県三原郡神代村・八木村付近
11 兵庫県三原郡灘村付近

第1図 淡路島の亜炭調査地域図

1.2 炭層

本地域の内田層中には第3図に示すように，上中下の3炭層が挟有されている。これらのうち稼行可能な炭層は下層で，その約 35 m 上位の中層はきわめて薄く，さらにその上位約 45 m にある上層は草炭で，その厚さもまたきわめて薄い。上層・中層は 1，2 カ所において認められるだけで，厚さはいずれも一般に 5 cm 程度にすぎない。露頭における炭層の状況を第2図中の露頭番号に従つて次にしるす。

① 粘土層中に，上層である草炭の薄層がみられる。

② 砂層・粘土層・砂質粘土層の互層中の砂層のなかに，中層をなす亜炭片がみられる。

③，④ 旧坑付近の下層の露頭で，その平均炭丈は 98 cm である。夾みは，③では厚さ 25 cm と 5 cm の2枚の粘土と 20 cm の亜炭質粘土で，④では 35 cm の粘土1枚である。

⑤ 水平坑における下層で，当時掘進中のためその下部は観察できなかつたが，炭丈は 70 cm 以上あり，それにいずれも厚さ 15 cm の粘土の夾みが2枚認められる。

下層の上盤は厚さ約 50 cm の淡灰色の砂層で，その上位には小粒の礫層が重なるが，炭層の直上に 5 cm 内外の粘土質の薄層が介在することもある。下盤は砂質粘土層である。

本炭層は内田部落付近では，炭丈およそ 100 cm の厚さをもつて北東に約 30° 傾斜し，そのままある程度平地下に延びて稼行にたえるが，それ以外の箇所では，同層の連続がみられるというだけで，経済的には問題にならない（⑥，⑦）。

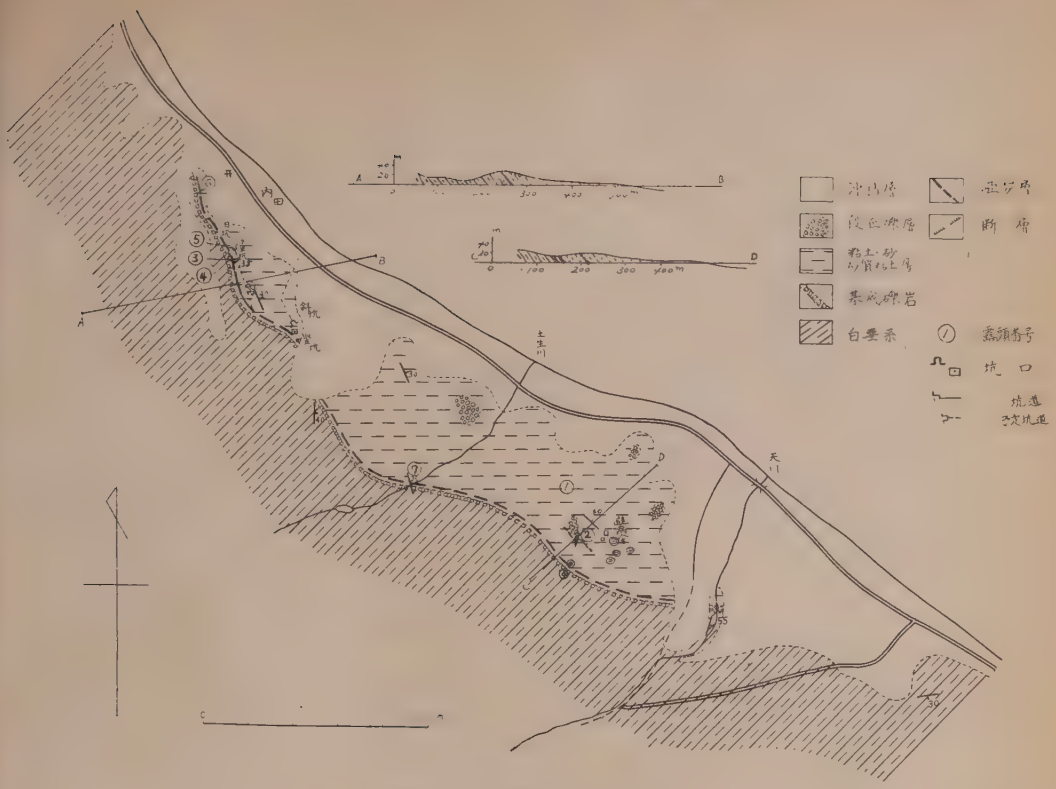
⑥ 下層が3層の亜炭片としてみられる。それらの層間距離は2 mと3 mである。

⑦ 下層が1層の亜炭片としてみられる。

1.3 由良炭鉱

炭鉱名 由良炭鉱
鉱区番号 兵庫県試登 5,129 号
鉱区面積 371,350 坪
鉱業権者 大阪市西成区橘町1丁目8番地
日本鉱燃株式会社取締役社長 松浦芳一

由良炭鉱は以前淡路炭鉱と呼ばれ，大正 10 年頃山田初三によつて試掘され，大正 13 年頃まで続いたが，その後鉱業権者が三たび変わり，休業状態となつた。昭和 19 年 11 月，現鉱業権者松浦芳一が鉱業権を譲り受け，同 20 年1月から試掘を始め，同年8月の終戦時まで積極的に努力したが，斜坑の掘進延長約 20 m で終戦に合い，未着炭のまま作業を中止した。その後，同 21 年4月立坑を開さくし，深さ 10 m で山丈 1.40 m の炭層に



第 2 図　由良炭鉱付近地質図

着炭したが，熟練坑夫の不足と資材難とで作業が進まず，
にゞ排水に追われるといつた状態が続いた。
坑道の記載は次のとおりである。
旧立坑：　大正 12～13 年頃のもの。現在の立坑の南
約 20 m にあつて，その深さは約 10 m。そこから S
0° E の方向に水平坑を約 100 m 掘進したということ
である。
旧斜坑：　昭和 20 年頃のもので，地質図上の⑤の付
近にある。方向 S 20° E，傾斜（－）20°。約 20 m 掘進
して，未着炭のまま放置。
立坑：　昭和 21 年のもので，深さ約 10 m で着炭。
斜坑：　昭和 22 年 2 月上旬，本調査の結果に基づい
て開坑したもの。方向 N20°W，傾斜（－）20°，加背
×6′。坑口から 55 m で着炭するという予想をもつて，
2 m まで掘進し，さらに掘進続行中。
水平坑：　昭和 22 年 2 月下旬，本調査の結果に基づ
いて S30° E の方向に開坑したもの。着炭（炭丈約 100
m）して約 10 m 掘進。

2. 賀集地域

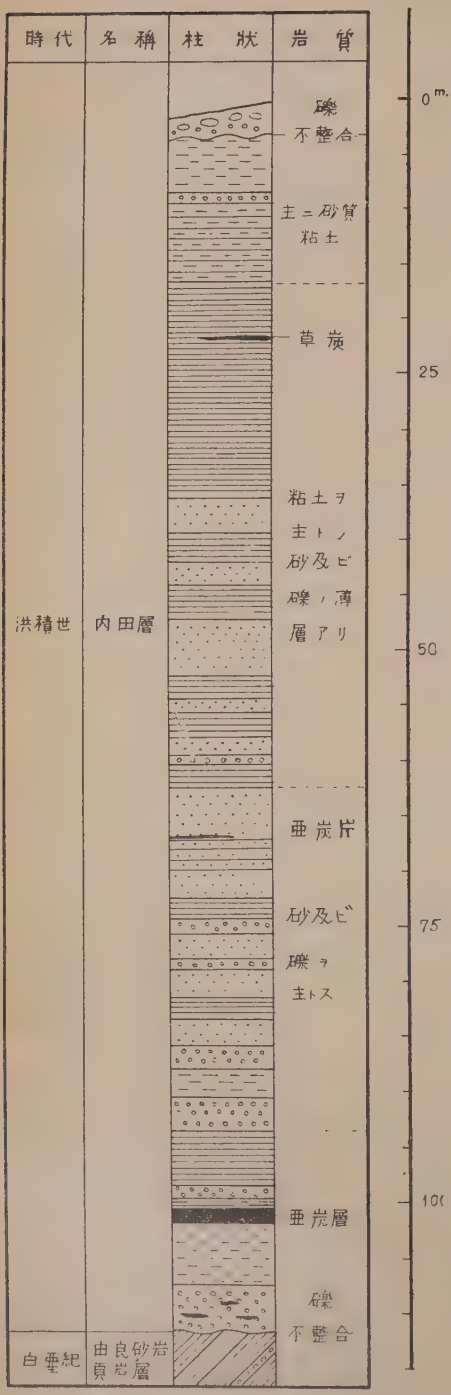
2.1 地　質

本地域は淡路島の南部に位し，淡路鉄道賀集駅南東方の約 6 km² の区域である。調査当時には賀集村福井組字正木に賀集炭鉱があつた。

本地域を構成している地層は，下位から白堊系・賀集層および玉石層である（第 4 図）。

白堊系は江原真伍のいう北阿万砂岩層で，厚さ 10～20 cm の頁岩層を挟むことが多く，場所によつては砂岩・頁岩の互層をなす。また小粒の礫からなる薄い礫岩層を挟むこともある。走向 N 40～60° E，傾斜 35～50° SE を示し，各所にみごとな露出面がみられる。

賀集層というのはこの区域の夾炭層に対する仮称である。白堊系を不整合に覆い，砂層と粘土層の互層をなす。その露頭は大日川鉱業所（露頭 No. 1 の北西約 70 m）の付近，戸川池東畔，牛内から野田に至る途中の牛内川の川底および稲田の川底においてみられる。これらのうち鉱業所付近の露出が最もよい（第 5 図）。そこでは下部に 2 m の礫層がある。これはやゝ角ばつた和泉砂岩の礫からなるもので，基底礫岩らしいが，その下限がみえないので断定はできない。この礫岩層の上にしばしば亜炭片や粘土の同時礫を含む厚さ 8.6 m の粘土層と砂層との互層があり，さらにその上に 2.5 m の砂層がある。その上には 3 枚の炭層を含む厚さ 5.2 m の粘土層がのる。こゝの地層の走向は大略 NE-SW，傾斜 20°



第3図 由良炭鉱付近地質柱状図

NW である。

なお牛内川では青色の砂質粘土層，戸川池畔では灰色粘土層，稲田では青色砂質粘土層が露出している。稲田の粘土層中には厚さ 20 cm の炭質粘土の薄層 1 枚が挟有され，それに少量の亜炭片が含まれている。

玉石層とは賀集層を不整合に覆う第四紀の礫層のことである。主として白堊系の砂岩礫からなり，その最大のものは直径 1 m に及ぶ。試錐によると，炭鉱付近では 18 m 以上の厚さがある。この地層は，地形図から推察されるように扇状地をつくり，賀集村・北阿万村一帯の平地を覆つているものと考えられる。和泉砂岩層上に賀集層が不整合にのり，これをさらに玉石層が不整合に覆つている有様は，大日川上流，炭鉱事務所北方の大日川の岸，および戸川池南東畔において観察される。これらのうち，大日川上流でみられる和泉砂岩と賀集層との関係は，一見断層のようにもみえるが，断層面はみあたらず，また接触面付近の粘土層中に砂岩の礫が散つて含まれている点などから一応不整合と認定した。

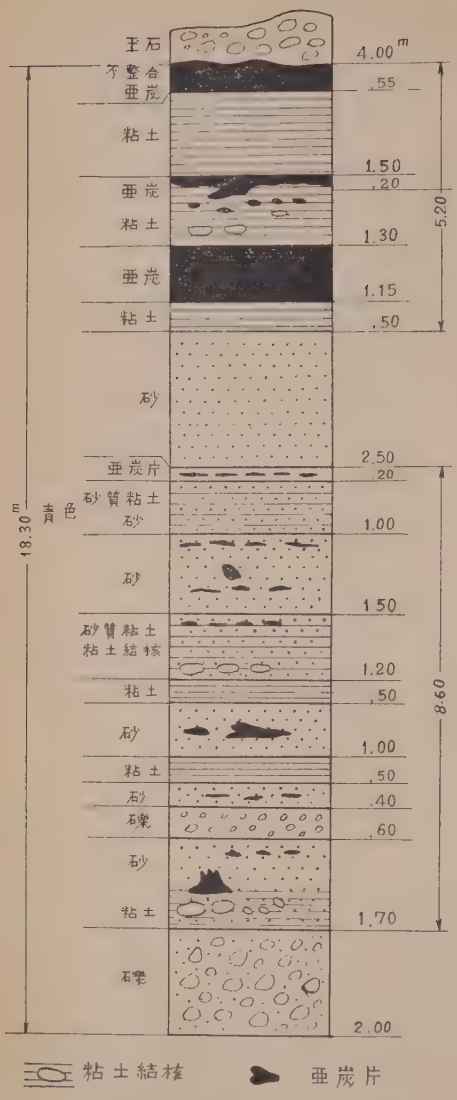
試錐の結果によると，夾炭層は旧試錐 No. 1 では 27 m，旧試錐 No. 2 では 21.8 m の厚さがあり，いずれも大部分粘土質からなつている。新期の礫層（玉石層）が堆積するまでに，津井村・江井町方面でみられる上部の砂層と下部の粘土層の一部が侵食されてしまつていると考えられる。

炭層の拡がりは，露頭が少ないので，坑内の状況と試錐結果とを主にして判断すると，第 4 図の地質図上でほぼ平行に引かれた 2 本の太い破線の範囲内，あるいはそれをいくらかはみでる程度のものと考えられる。この西の延長を知るために，本調査に基づいて新しく試錐 No. 1, 2, 3, 4 を行なつたが，この No. 1 では賀集層はなく，No. 2 では 13.7 m の粘土層があるが，炭層は木節粘土に変わつていたので，炭層の西部の限界は No. 2 のいくらか東方に存するものと考えられる。No. 3 は賀集層の限界を知る資料を与えることになるが，玉石層が 12 m 続き，また No. 4 ではこの礫層が 18 m 続いて，掘進に難渋したような状態であつた。

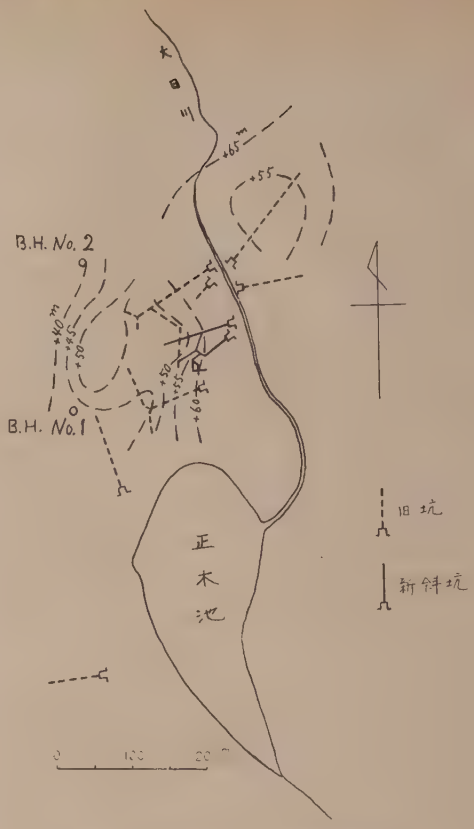
2.2 炭層

3 枚の亜炭層のうち，稼行にたえるのは下層のみである。大日川上流の左岸における露頭では，それらの厚さ（夾みを除いたものを炭丈，炭丈とほとんど同じであるが，場所によつて区別し難い夾みを含むことのあるものを炭層の厚さ，明瞭に区別しうる夾みをも含むものを山丈とする。以下同じ。）は上層が 55 cm，中層が 20cm，下層が 115 cm である。それぞれの層間距離は，上層と中層間が 1.50 m，中層と下層間が 1.30 m である（第 5 図）。この上層は一部侵食されて真の厚さを示さないが，

第 4 図　賀集炭鉱付近地質図



第 5 図 大日川炭鉱事務所上流地質柱状図



第 6 図 賀集炭鉱における炭層等高線図

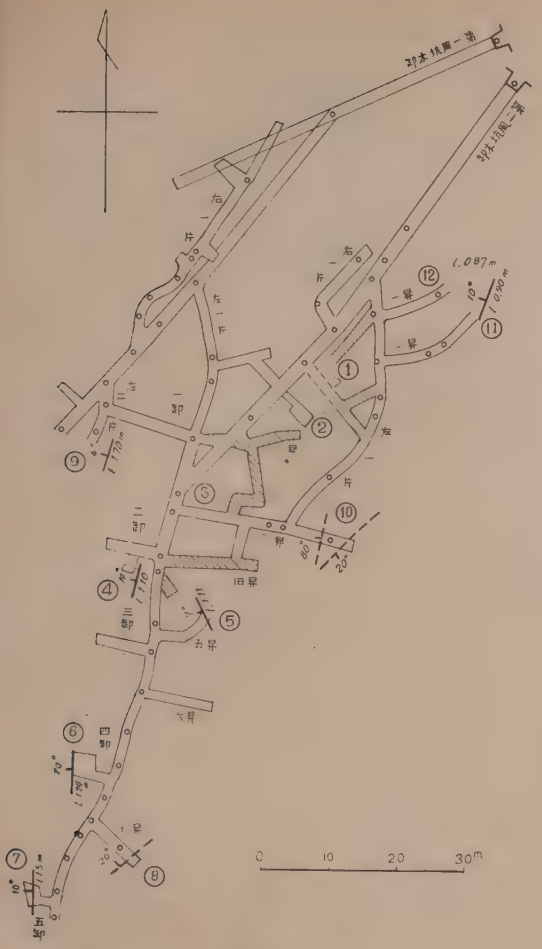
その右岸で掘りだした露頭 No. 3 では炭丈 130 cm の厚さがある。しかしこの上層は，試錐資料からみて，比較的急激に薄化するようである。

露頭 No. 1, 2, 3 によると，下層（本層）においてはいずれもその上下盤ぎわに厚さ 5～17 cm の炭質粘土（木節粘土）があり，夾みはほとんどない。上層はその下部に厚さ 5 cm の白粘土層を挟む。坑内では，下層直上の炭質粘土は欠けるところが多く，また炭層直下に厚さ数 cm の白粘土層が挟まれているところがある（第 8 図）。

下層は本層と呼ばれ，その厚さは平均 120 cm あり，炭質は木質で，不純物少なく良質である。上盤には緻密な粘着性の青色粘土が発達している。この青色粘土の存することは，露頭のほか試錐や坑内においても共通したことがらである。

本層は一般に緩慢な波状構造を呈し，一部に断層も発達している。第 8 図は坑内各切羽（第 7 図の①～⑫）における炭柱図およびその見取図である。第 8 図の（8）および（10）に示されているように，第 1 風坑左 1 片の先端付近および第 2 風坑左 1 片のいずれの肩部においても，炭層は擾乱されている。すなわち，（8）では傾斜 20° NW の小規模な逆断層が現われ，（10）では 2 つの断層によつて中間の炭層がはみだされたような状態を示している。また（5）でもいくぶん乱れたあとがみられる。もつともこれらの断層は比較的狭い範囲に限られ，あまり長くは延びていないものと思われる。（1）では径 18 cm 以上の樹幹が横倒しのまま圧縮されて茶褐色を呈し，また（12）では径 1 m 以上の樹根が生育当時のままと考えられる状態で残されている。

炭層が波状構造を示すことは，坑内の状況からわかる（第 6 図）。有望地域のほぼ中央部では，本層は走向ほぼ南北，傾斜約 10°W（第 7 図）であるが，その東方の第



第 7 図 賀集炭鉱坑内実測図 (①～⑫ は第 8 図のものと対応する)

2 風坑本卸左 1 片の肩部に至ると，やゝ変動地帯となり，20° 内外に急斜して大日川に露出する。大日川はほぼ緩慢な背斜の軸に当り，その右岸に露出するものは，走向 N30°W，傾斜 10～20° E となつて，傾斜の方向は逆となり，さらにその東方ではふたゝび向斜軸を経て北東方へ上るようである。約言すると，ほゞ南北方向の軸を有する傾斜の緩い褶曲構造を示している。しかし夾炭層は坑内の状況から推察すると，白堊系の侵食された低地，つまり基盤の表面の高低に応じて堆積したと思われるので，褶曲といつても，一概に基盤の運動に負うものと断定することはできない。

2.3 賀集炭鉱

2.3.1 沿革

鉱区番号　兵庫県採登 225 号，320,000 坪
　　同　　採登 167 号，460,850 坪

鉱業権者　筒井密義

明治時代から三谷某なる代議士によつて稼行されたと伝えられるが，記録がないので審かでない。昭和 14 年 6 月，坂口常太郎によつて 70 m 余の水平坑道が開さくされたが，設備規模ともに幼稚で坑内に湧水が多く，中止された。その後昭和 16 年 4 月，昭和開発合資会社代表社員長谷川元右衛門は当炭鉱の中央部から北東方に向けて斜坑を開さくし，同 19 年 10 月まで稼行したが，その間の出炭量はわずかに 1,000 t にすぎなかつた。その後をうけた筒井密義は苛烈な大戦後半から終戦時にかけて資材および労務者の不足に悩み，出炭不振をきわめたが，本調査が行なわれる頃からようやく出炭量を増してきた。

本炭鉱は古くから坑道が稼行されているので，乱掘のあとが多いが，そのかわり亜炭の賦存状態がかなり明瞭にされている。その埋蔵量は少ないが，経営よろしきを得て，昭和 23 年の初期には月産 600 t に達した。これは当時における島内最大の出炭量であつた。

上述のように，本炭鉱は古くから開発され，設備もある程度整つているので，淡路島における炭鉱経営の代表として，昭和 22 年 3 月頃における稼行状況の概略を次に述べ，今後の参考資料に供したいと思う。

2.3.2 稼行状況

坑　道

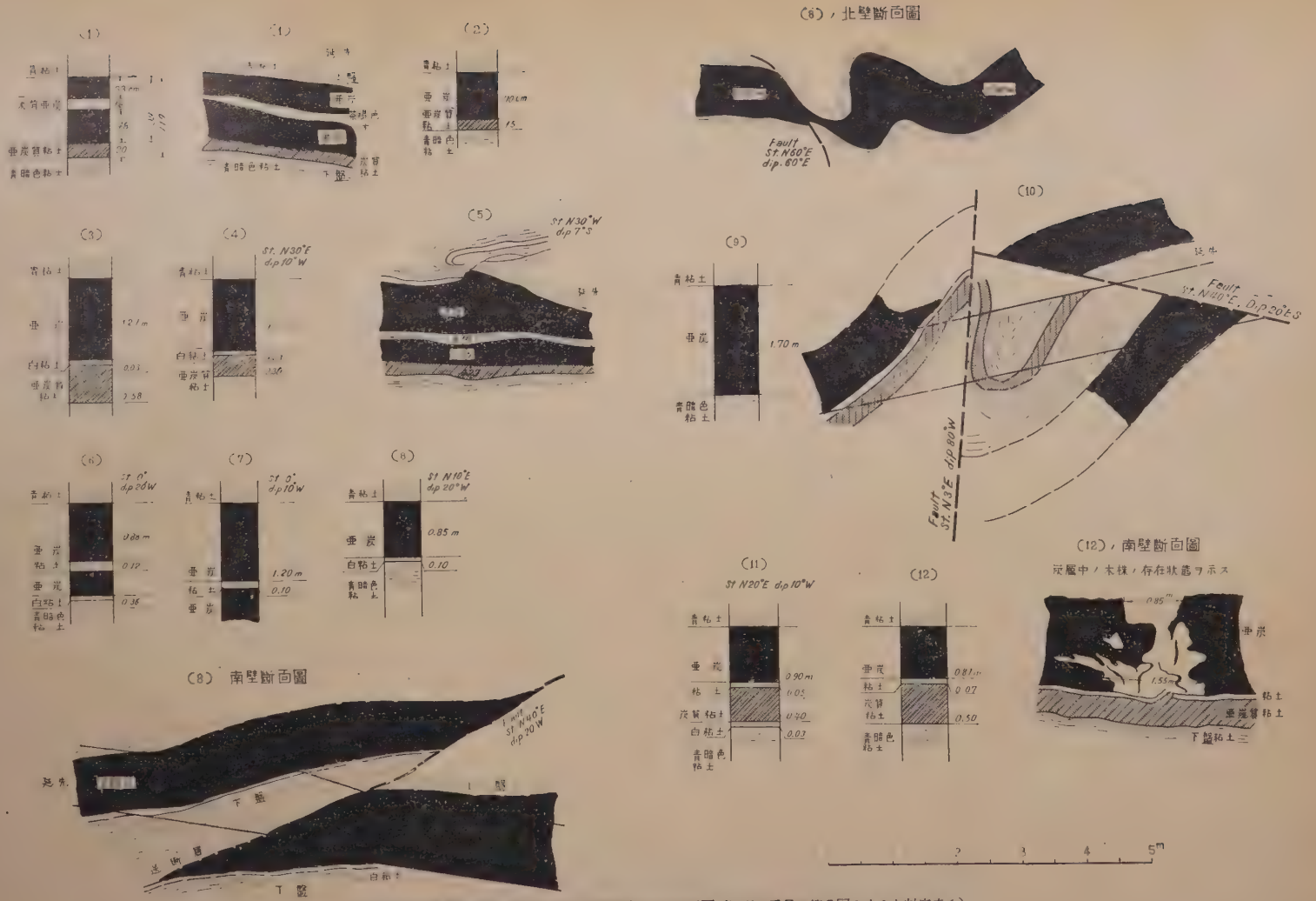
稼行坑道は第 1 風坑と第 2 風坑の 2 斜坑である（第 7 図）。

第 1 風坑の坑口は標高（＋）81 m の本層の上盤に設けられ，方向 245°，傾斜（－）20°，加背 6′×6′ で開さくされている。坑口から 40 m の地点で本層に着炭，沿層で進むこと 10 m，そこで左 1 片を設置し，その深け先 15 m に右 1 片を設け，さらにその下方 4 m に左 2 片を開けており，第 1 風坑本卸しの総延長は 100m に達する。なおこの本卸は途中で 220° に方向を変え，傾斜は 10° まで変わつている。

第 2 風坑本卸の坑口は第 1 風坑の南南東約 10 m の地点（標高はほゞ（＋）81 m）に，方向 210°，傾斜（－）20°，加脊 6′×6′ で開坑されている。坑口から 37 m で本層に着炭し，沿層で進んでその下位 5 m に左 1 片，さらにその下位 10 m に右 1 片を設けている。この本卸は上記第 1 風坑左 1 片と貫通連絡し，その総延長は 75 m，傾斜は浅所から深部に向かうにしたがつて 23° から 10° に変化している。

第 1，第 2 風坑とも，長さ 6 尺，末口 6～7 寸の坑木を使用し，枠の間隔は 1 m で，落石を防止するため矢木および背板を施している。

各片盤切り羽の状況は次のとおりである。



第 8 図　貫集炭鉱坑内切羽における炭柱図および見取図（切羽の番号は第7図のものと対応する）

第1風坑左1片： 加脊 6′×6′, 延長 120 m。切羽は, 昇り7カ所, 卸し5カ所, 延べ先き1カ所, 計 13カ所ある。

第1風坑左2片： 加脊 6′×6′, 延長 10 m。切羽は片盤延べ先き1カ所である。

第2風坑左1片： 加脊 6′×6′, 延長 40 m。切羽は昇り2カ所, 目抜き1カ所, 計3カ所ある。

各切羽における炭層状態は第8図に示すとおり, かなり変動しているところもあるが, 概して順調な賦存状況を示し, 1.2 m の平均炭厚を持続し, 炭況可良といえる。

採 炭

採掘および掘進： 採炭は規則正しい残柱式を行なうのが適当と思われるが, 不規則な変形の残柱式が用いられているので, 可採率は 50％にすぎない。長壁法を採用すれば, これを 80％程度に上げうるであろうが, 地表沈下のおそれを考慮しなければならない。

採掘法は手掘りであるが, 岩盤が軟弱であるから, 発破の必要はない。

廃石は採掘あとに充塡するのを原則としている。また片盤や切羽には坑木で支柱を施し, 盤圧の制御に努めている。さいわい天盤は粘着性の粘土であるため, 落盤の憂いは見かけほど大きくはない。

運搬： 切羽運搬は“すら”を用い, 人力で片盤坑道まで引き, 炭車に積み換え, 巻き立てまで手押しし, 坑口主要巻揚げ機で坑外に搬出して貯炭する。

巻揚機には電動機（5 HP 1台）と石油発動機（7.5 HP 2台）とがあり, 巻き上げ能力は 0.3 t 車3車, 1日の運搬能力は 20 t である。

炭車は木製の長方型箱型で, 0.3 t 車 14 台がある。軌条は 6 kg（12 lb）のものが用いられ, 軌間は 12″で, 総延長は 350 m である。

山元貯炭場に貯炭された亜炭は, 同所から賀集駅あるいは福良港へ, 1.2 t 積み荷馬車で, 1日に9台を用いて運搬されていたが, その後亜炭開発道路拡張工事が進歩して, 4.0 t 積みトラックによつて, 山元から直接各方面へ搬出されるようになつた。

通気： 気温の低い 10 月から翌年5月までは自然通気で稼行できるが, 夏期に入り外気の温度が高まると, 通気は不良となるので, 排気坑（第1風坑本卸）に備えつけの扇風機を運転して第2風坑本卸から入気し, 各片盤や切羽を流通して, 第1風坑本卸から排気する。坑内温度は平均 21°C である。

照明： 坑内照明としては電灯線を各切羽に引きこんでいるが, アセチレンガス灯も使用されている。炭塵およびガスはほとんどないから, 調査当時では裸火でも爆発の危険はなかつた。

排水： 坑内の2カ所にポンプ座を設けて2段排水を行なう。坑内の涌水は, この炭鉱では比較的僅少で, 毎分3立方呎内外であるが, 降雨時には増水する。停電時に備えて, 電動機（5 HP 1台）のほか, 石油発動機（7.5 HP 1台）が用意されている。鉄管は 2.5″のものが約 80 m ある。

能率： 採炭夫1人1日当りの採炭率は 1.2 t, 掘進夫1人1日当りの掘進率は 0.5 m である。

選炭および積込み

選炭： 坑内切羽で採炭夫によつて石炭中に混在している廃石を除去し, 坑口貯炭場で選炭婦によつて手選を行なう。選炭婦の手選能率は1人1日当り3 tである。

亜炭の種類および大きさなど： 本炭鉱の亜炭は木質亜炭に属し, 塊粉の割合は, 切羽では塊 90％, 粉 10％位であるが, 坑外に搬出され, 2～3日経過すると, 主として乾燥と湿度によつて鱗片状に破砕され, 塊 70％, 粉 30％程度に低下する。時日がたてばさらに粉化することはいうまでもない。こゝに粉炭というのは 1″篩の目を通るものをさす。また塊炭は, 大きいものは長さ 50～70 cm に達するが, 長さ 10～30 cm 程度, 厚さ 2～3 cm 程度のものが最も多い。

積込み： 坑口貯炭場で馬車またはトラックにスコップで積み込む以外, ほかの設備はない。

3. 津 井 地 域

3.1 位置および地形

こゝで津井地域というのは, 三原郡津井村を中心とする地域をさし, 津井村から東本村にまたがつて津井炭鉱がある（第9図）。

本地域の北部は海に面し, 東部および南部には白堊系が, 西部には花崗岩・石英斑岩類とこれらを覆う白堊紀の礫岩層とが分布している。これらの岩層からなる山地にとり囲まれて新期の地層が分布し, その表面はおゝむね平坦で, 海に向かつて緩く傾斜している。海岸では雁子岬とその東に花崗岩が分布し, 登立の翁娼崎には白堊紀の礫岩層が露出し, ともにその付近の新期の地層が分布している地域よりは 10～20 m 高く抜きでている。

段丘には海抜 40 m, 25～30 m および 15m の3種がある。最初のものが最も多く, 後2者には礫層によつて覆われているものもみかける。

登立南方も新期の地層からなつているが, その西方の雁子・東本村一帯が砂層からなつているのに, こゝは礫層がのつている関係上, 地形は幾分急である。

3.2 地 質

3.2.1 層 序

下位のものからあげると, 火成岩類（花崗岩および石

第9図 浜井炭鉱付近地質図

英斑岩類)・白堊系・津井層・段丘礫層および沖積層である(第 10 図)。

花崗岩および石英斑岩類： 石英斑岩の方が多い。西路山・西本村方面および雁子岬付近に分布している。

白堊紀礫岩層： 主として花崗岩類の円礫からなる。その大きさは大小種々で一定しないが，最大のものは径 70 cm に達する。ほかにチャートの小礫が若干混じつている。膠結物は礫の構成物と同一の砂である。分布箇所は，西路山と西本村に露出する花崗岩地帯の南部と，炭鉱事務所(第 1 斜坑坑口東約 30 m)の東方の丘および翁娼崎の 3 地域である。

この礫岩層と花崗岩類との近接部分は，阿那賀村西路山付近の海岸沿いの道路でみられるが，そこでは確かな接触部は観察できない。しかし津井炭鉱の事務所西方の山地および阿那賀村丸山から仲野に通じる山道では，礫岩が花崗岩上にのつているのが認められる。そこでの観察によると，断層の形跡も礫岩が接触変質をうけた跡もないから，礫岩層は花崗岩類を不整合に覆うものとみなしてよいであろう。その接触面は南東に約 30° 傾斜している。この礫岩層は笹井博一の津井基底礫岩層に相当するものである。

白堊紀頁岩層： 上記礫岩層の南側に分布し，走向ほぼ NE-SW，傾斜 40～45° SE を示す。礫岩層の上位を整合に占めるもので，笹井の湊頁岩層に相当ずる。頁岩は多くの場合砂質で，微細な炭質物片を含み，20～30cm の厚さの砂岩の薄層を挟む。これらは下位の礫岩層に近づくにつれてその厚さを増すとともに，小礫からなる薄い礫岩層を挟有する。

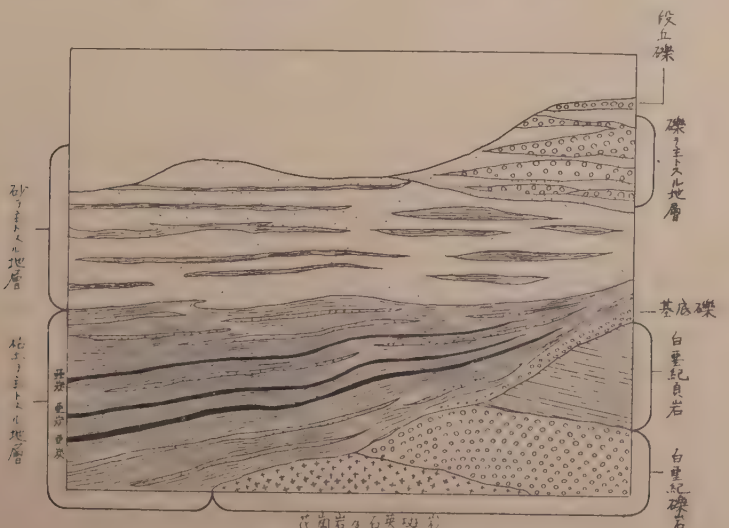
東本村から南方の仲野に通じる道路で，炭鉱事務所から約 1.8 km の地点の西側の崖，および登立から湊町市街に通じる海岸道路で，登立部落から約 1 km 東方の地点からともに *Ammonite* が採集された。

津井層： 白堊系より若く，段丘礫層より古い地層を津井層と名づける。登立・中津浦・雁子および東本村に広く分布する。概括的にいうと，下部は粘土を主とし，上部は場所によつて砂あるいは礫を主とする。

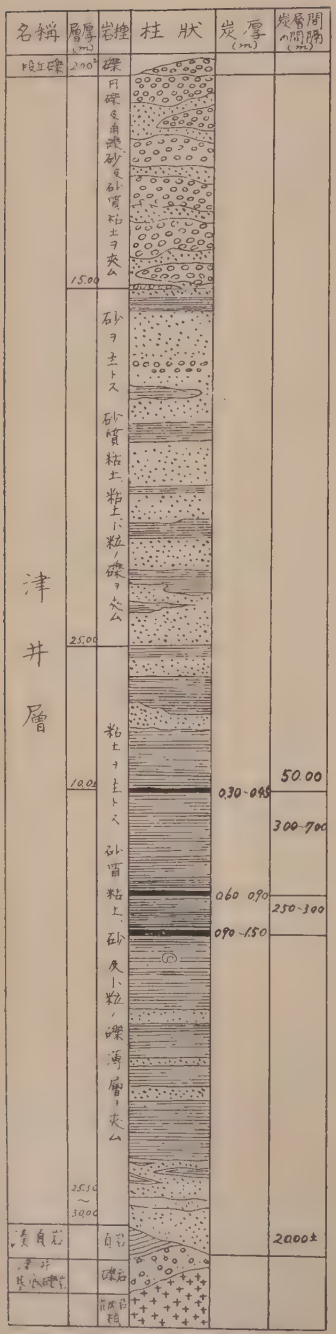
下部の粘土を主とずる地層は，自然の侵食作用のほかに，瓦の原料として村民に採取されるために，雁子，中津浦の海岸付近，中津浦にある大池の東，またその大池の南東方にある川床などに露出している。

この粘土層の中には砂質粘土の部分があり，砂層または小礫層の薄層が挟有されている。粘土と砂質粘土とは同一層準内で急激に移り変わる。東本村にある炭鉱事務所南方の川床の粘土層には顕著な亜炭の露頭があり，また登立の海中および雁子岬南東の低地にある小さい池の北西隅には，この粘土層中に亜炭片の散在するのがみられる。これらと試錐結果(省略)とから判断すると，この粘土層中に 3 枚の亜炭層があるものと考えられる(第 11 図)。第 1 斜坑の坑内で，この最下位の炭層の下盤から *Anodonta* が採集された。このことはこの粘土層が淡水堆積物であることを示す。

粘土層の上位にある砂を主とする地層は，調査地域の至るところに分布している。この層は黄褐色で，偽層のある砂層がその大部分を占め，一部には薄い小礫層を挟む。また砂質粘土と粘土の薄層をも挟み，砂質粘土は砂と水平的に移り変わる。この砂を主とする地層の上部には，花崗岩が風化して生じたと思われる水磨されていない白色粗粒の砂層がある。



第 10 図 津井炭鉱地質標式図



第 11 図　津井炭鉱における地層模式柱状図

なお中津浦付近ではこの層の中に厚さ 1.2～1.5 m の凝灰質粘土層が1層挟有され，北西に 20° 傾斜して N 40° E 方向に延び，下位に木節粘土が賦存している。

礫を主とする地層は登立部落の南方に分布する。砂質粘土または茶色の粘土を挟み，成層面はほとんどない。礫には角礫と円礫とがあつて，径 70 cm に達するものがある。大部分が花崗岩類であるが，砂岩や礫岩の礫をも含む。もつとも花崗岩類といつても，それは津井基底礫岩層中に礫として含まれていたものが主であろう。

津井層の基底礫層は一般にみにくいが，東本村の川の上流にみられる亜炭片を含む礫層は，これに該当するものと考えられる。

段丘礫層：　標高 25～30 m と 15 m との 2 段丘上に，厚さ約 2 m の礫層が津井層を不整合に覆つているところがある。礫は最大のもので径 30 cm，花崗岩類が多く，ほかに砂岩やチャートなどを少量混じえる。

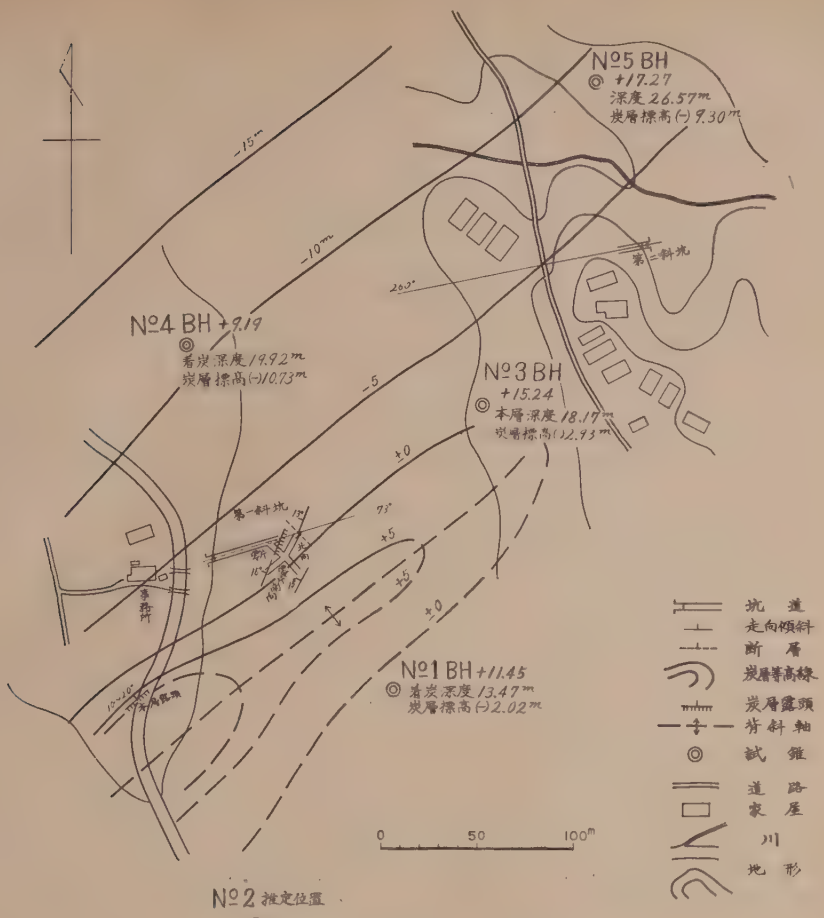
冲積層：　現在の河流に沿うものと海浜に発達しているものとがあるが，あまり厚くない。

3.2.2　地質構造

本地域の夾炭層である津井層はすでに言及したように，花崗岩類や白堊系の基盤岩層上に不整合にのり，第四系の段丘礫層によつて不整合に覆われている。本層は地質図（第9図）からわかるように，緩い波状褶曲を示し，ほゞ南北に走る中津浦向斜と北東―南西に延びるドーム性の東本村背斜（第 12 図）とがあり，その間に南北性の雁子断層と命名した逆断層が存在する。

雁子断層の露頭は，（1）津井小学校東方，（2）その南方の津井バス停留所の南および（3）さらに南方の池の近くでよく観察される。すなわち，（1）では津井層の砂と粘土との互層中にこの断層がみられ，落差は測れないが，断層面は走向 N20°W，傾斜 70°W を示している。（2）においては断層の上盤は白堊系の礫岩で，下盤は津井層の砂と粘土との互層であつて，断層面は走向 N20°W，傾斜 40°W を示し，断層の西側が東方に衝上している。また（3）では上下盤とも津井層で，断層面は走向 N20° W，傾斜 70°W を示している。津井層の傾斜は断層付近では急であるが，断層から離れるにつれて徐々に緩くなつている。本断層の南方延長部は白堊系の礫岩層中に延びているようであるが，この礫岩層の南方に分布している頁岩層中では大きな断層は起こつていないもののようである。津井小学校の東の地点から北方では，断層線は多少の曲りはあるが，おゝむね N20° E に向きを変えて海に入る。その付近では津井層の傾斜の著しいのがめだつ。

断層は上記のほかに，津井小学校の北方に 2 カ所存在する。その 1 つは粘土と砂の互層中にみられ，断層面は



第 12 図　津井炭鉱坑内外実測図

走向 N80°E，傾斜 60°S を示し，落差は 3 m である。他の 1 つはその北方の石英斑岩中をほゞ東西に走る垂直断層である。

3.3 炭　層

本地域の津井層中には 3 枚の亜炭層が挟有され，上から上層・中層および下層（または本層）と称えられている。

上層は厚さ 30～45 cm で，部分的には 65 cm ほどに膨大しているが，概して連続性に乏しい。中層は上層の下位 3～7 m にあつて，厚さ 45～90 cm であるが，上層と同様に変化が激しい。本層は中層の下位 3 m 内外にあつて，厚さは平均 120 cm で，その発達状態は比較的安定している。

本層は走向 N20°E，傾斜 10～15°W で，夾みは粘土質で，15 cm と 5 cm 程度のものが 2 枚介在している。また上下盤はともに粘着性に富む粘土である。第 12 図は本層の賦存状況を示す。

3.4 津井炭鉱

鉱区番号　兵庫県試掘 5,323 号，面積 240,000 坪
　　同　試掘 5,681 号，面積 357,832 坪

鉱区出願受付番号　昭和 22 年近商 第 73 号，面積 674,000 坪．

鉱業権者　本田他吉

津井炭鉱第 1 斜坑坑口の南西方約 70 m の河底に既述の亜炭層の露頭があるが，その西側が明治 40 年頃に露天掘りされ，瓦焼きに供されたという。その後昭和 19 年に堺市の橋場与三吉から現在の鉱業権者である本田が買収し，20 年の 5 月に第 1 斜坑を開坑し，幾ばくもなく終戦となつて休業 6 カ月に及んだが，その後掘進を続け，21 年夏着炭した。しかし涌水と落盤に悩み，本調査が始められる頃までは一意排水につとめるといつた状態で，ほとんど出炭をみなかつた。終戦前には，兵庫県当局が試錐を施行した。

坑道には第 1 斜坑と第 2 斜坑とがある。第 1 斜坑の坑口の標高は（＋）10m で，本層の上位から開坑し，その

方向は 73°，傾斜は（－）20° で，加脊は 6′×6′ である。延長 36m で右零片盤をつけ，片盤口から 7 m で本層に着炭させている。

第 2 斜坑は本調査の結果に基づいて開坑したもので，その方向は 260°，傾斜は（－）20° で，加脊は 6′×6′ である。

（以下 5 号に掲載）

533.98 : 551.79(521.52)

長野県上水内郡豊野町試掘地付近の地質

井島 信五郎*

Geological Survey on the Test Boring Area in Toyono-machi, Kamiminochi-gun, Nagano Prefecture

by

Shingorō Ijima

Abstract

This paper deals with the geology on the surrounding area of the test well for oil and gas exploration at Toyono-machi, Kamiminochi-gun, Nagano prefecture.

The geological succession of this area is shown as follows:

Geological age		Formations
Quaternary	Holocene	Sand, gravel and clay
	Pleistocene	Toyono formation
Tertiary	Miocene	Ronchi mud formation
		Susobana tuff formation
		Asakawa mud formation

Two parallel anticlines called Toyono anticlines, have been found in the northern hill of Toyono-machi with general strike of N 50°E, and one anticline has been presumed to exist under the cultivated plain near Toyono-machi.

The test boring, Shinten Toyono R-1 was drilled for the presumed anticline by the Shinano Natural Gas Co. in July, 1958.

Many oil and gas seepages have been found near Toyono-machi, and they have shown a characteristic distribution; distribution of oil seepages are almost limited in the northern hill of Toyono-machi, while gas seepages are almost on the alluvial plain.

The characteristic distribution of the oil and gas seepages of this field gives us an idea that the oil and gas primarily migrated into the anticlines or other structures fit for accumulation in the area now covered by the alluvial sediments, and then the geological uplift with folding should have taken place in the present hilly area.

The test boring reached 600 m in depth, and after the observation of cores and ditch samples, the thickness of the alluvial sediments has been known to be about 80 m, and the Toyono formation is situated from 80 to 600 m, the bottom of the well, and still more deeper. On the other hand, from the drilling data of Nihon Oil Co. drilled in 1941 for Toyono anticlines, it is said that the mud facies from 240 to 580 m is the Ronchi formation, and the tuff rich facies deeper than 520 m belongs to the Susobana formation.

Indications in the borehole of Shinten Toyono R-1 are recognized as follows :

1) gas bubbles from 18 to 20 m

2) gas bubbles from 77 to 85 m

3) light brown extracts obtained by ether test from 111 m core

* 燃料部

4) gas bubbles from 135 to 160 m

5) oil film by drill stem test (D. S. T.) from 533 to 600 m

The Schlumberger's electric coring test was carried out for the well from 550 m in depth to the bottom and Cl^- content of the pore water was measured for 6 spotted core samples.

The water bearing gravel bed of about 70 m in depth was tested about its water productivity and purity of its water for water supply to Toyono-machi, and it is concluded that this water does not suit for drink from the result of its chemical analysis.

Then the Shinano Natural Gas Co. made it an abandoned well without gas production test, though gas issues recognized in the borehole were comparatively strong.

For the future exploration of the field, it is hopeful at first to put the geophysical prospecting works for the plain area in practice, and then to drill three or four deeper structure borings for the assumed anticline to make clear the state of oil and gas accumulations in the Tertiary formations.

要 旨

長野県上水内郡豊野町地内で行なわれた石油，および可燃性天然ガスに対する試掘と試掘地付近の地質の概況を述べる。

本地域の地質は次表に示されるとおりである。

地質時代		地層
第四紀層	完新世	砂礫粘土層
	更新世	豊野層
第三紀層	中新世	論地（泥岩）層
		裾花凝灰岩層
		浅川（頁岩）層

豊野町北方丘陵地帯には，併走する2本の背斜がありこれは従来豊野背斜と呼ばれているもので，背斜の一般走向は N 50°E 位である。

豊野背斜と別に豊野町の平原地下には一条の背斜が推定されている。

今回調査した試掘井は昭和 33 年信濃天然ガス株式会社が，この平原下に推定された背斜構造に対して行なつたものである。

豊野町周辺の山野には，多くの油徴・ガス徴が発見されているが，それらの分布が，油徴は豊野北方の山地に，ガス徴は山地以外の平坦地に限られているというのは一つの顕著な特徴である。

この特徴ある油徴，ガス徴の分布状況から推定されることは，ガス徴をもつている平原下の構造は，豊野町北側山地帯の構造に先立つて，石油および天然ガスの初生的移動による貯溜をうけただろうということである。したがつて山地帯の褶曲によるもち上りは，上記の初生的移動の終わつた後で行なわれたものではなかろうか。

試掘は深度 600 m で掘止められ坑井地質によつて 80 m まで第四紀沖積層，以下坑底までは第四期洪積統に属する豊野層と判定したのであるが，昭和 16，17 年頃日本石油株式会社によつて，豊野背斜上に掘られた試掘井の地質柱状図と対比して，240 m から 580 m までの泥層は論地泥層に，580 m 以下の凝灰岩優勢層は裾花凝灰岩層に対比されるのではないかと考えている向もある。

ボーリング中，次のようにガス徴・油徴に逢着しているという。

1) ガス気泡放出泥水上に連続浮上，18 m から 20 m の間。

2) ガス気泡放出泥水上に連続浮上，やゝ顕著，77 m から 85 m の間。

3) エーテルに淡褐色の着色を示す，111 m 付近のコーア。

4) ガス気泡放出水上に連続浮上，顕著，135 m から 160 m の間。

5) ドリルステムテストのさい顕著な油膜を認めた。

帝国石油株式会社に依頼して深度 50 m から 600 m までの間に電気検層を実施し，採取したコーア 6 個については孔隙水中の Cl^- 量の測定を実施した。

なお，深度 70 m 付近の含水礫層に対し，豊野町の水道用水源とする目的で揚水量と水質試験を行なつたが，水質不適と判定された。

最終的には信濃天然ガス株式会社は前記したように，比較的強いガス徴があつたにもかゝわらず，これに対する生産テストはせずに廃坑することとなつた。

今後本地域の開発計画については適当な物探の実施が望ましく，その結果適当な構造に対しては 3，4 本の深層試錐を実施して平原下における含油，含ガス第三紀層のあり方を明らかにすることが必要と考える。

その後本地域を含む平野部に対しては，石油資源開発株式会社が地震探鉱を計画している。

1. 緒　論

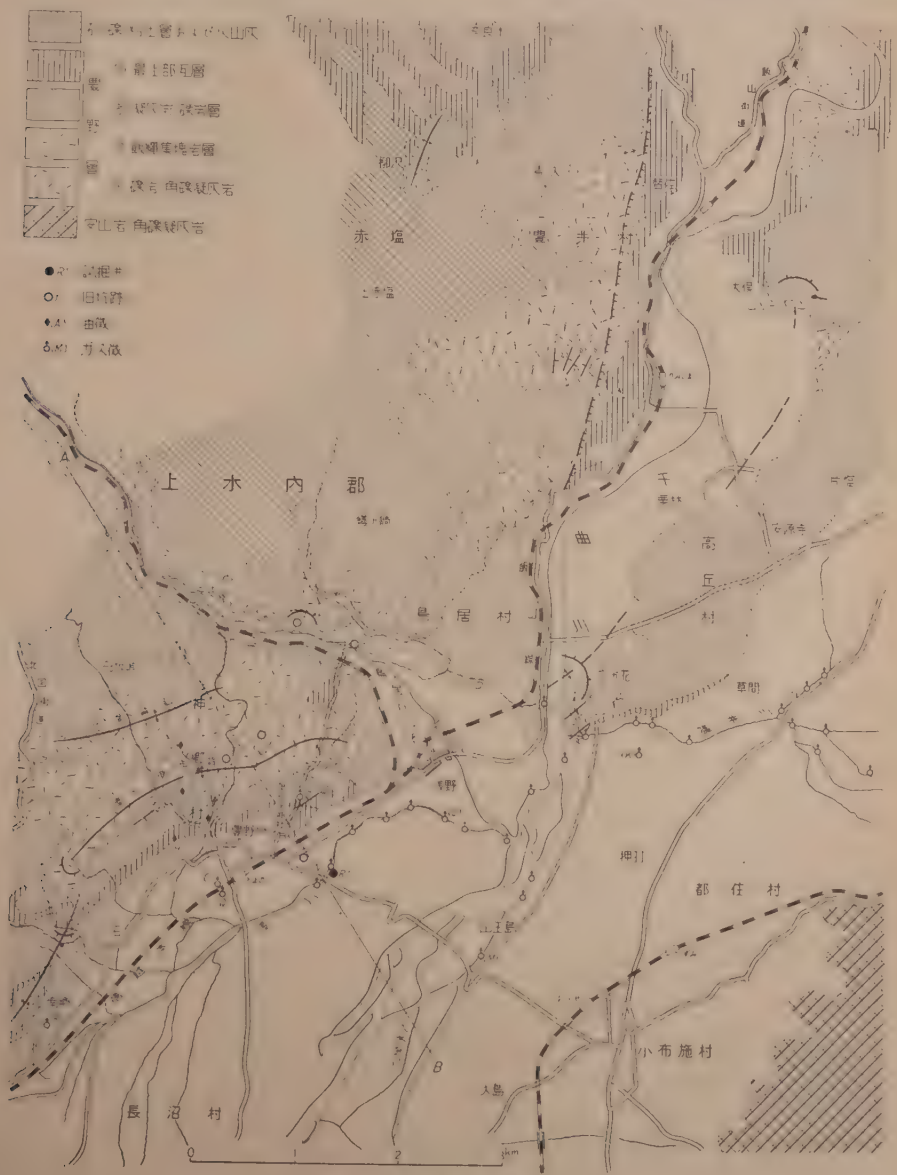
昭和 33 年 8 月 17 日から 21 日までの 5 日間，当時長野県上水内郡豊野町地内で行なわれていた石油，天然ガスの試掘状況と試掘地付近の地質調査を実施した。豊野町は長野市の北東方約 11 km にある。

試掘地点は，信越線豊野駅の東方 1,500 m ほどの林檎畑のなかにあつて，すぐそばに浅川川が流れている。

豊野町付近については，過去に数回の地質調査が行なわれているが，公表されているものとしては，長野県長野油田図[1]がやゝ詳しい。

豊野町西側山地には昭和 13 年から 16 年頃までの間に数坑の試掘が行なわれ，現在も油沢中流には手掘井跡が 3 カ所，ボーリング井跡が 2 カ所残つている。油沢はその名が示すように，渓流底の到る所に顕著な油徴がみられ，さらに市街地内の数カ所には人家の用水井や工場の用水井中に明瞭なガス徴がみられる。

今回の試掘は，信濃天然ガス株式会社がこれらの地



第 1 図　豊野付近地質図

質，徴候，試掘の結果などから判断して，平原第四紀層の地質と天然ガス埋蔵状況，およびその下位にくる第三紀層中の地質と石油・天然ガス埋蔵状況を把握する目的で行なつたものである。

2. 位置・交通および地形

本試掘作業に関連のある範囲内で，本地域の位置・交通・地形を概述する。

長野県北半の広範な第三系分布地域を新潟県内とも一緒にして地史の面からみると，全般的には北方新潟海岸の方向にラッパ状に大きく開いた大きな堆積凹地の南部を占めていることになる。豊野町地区はそのラッパ状地域の南部東翼上にあつて，北方新潟県内には，牧・玄藤寺・高田平原等の産油産ガス地をひかえている。豊野付近については，やゝ離れてはいるが，新潟県と長野県との県境付近，富倉背斜の油徴・ガス徴地は有名であるが，開発面では，長野市伺去地内で酒井石油鉱業株式会社がごく少量の石油とガスを産しているだけである。長野市東方約 8 km の小田切部落地内においては最近まで産ガスを続け，長野市の都市ガスに利用されていたが，現在ではダム工事のためパイプラインを取り外し，ガス採取を中止しているという。

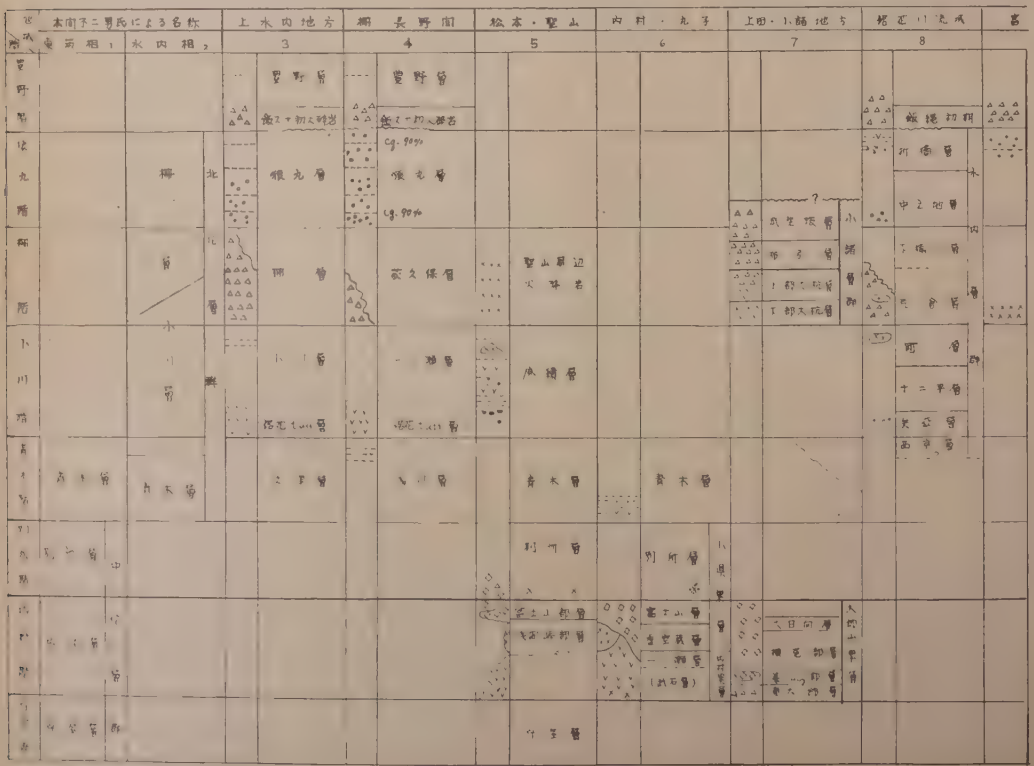
豊野町付近の交通は，長野市に隣接するため県内でも便利の方で，国鉄信越線の通過駅であり，また千曲川に沿つて北上する国鉄飯山線はこゝから分岐している。なお，千曲川に沿つて南下する国道長野方面および北上する飯山方面には，バスも通じており，冬季降雪時にもほとんど運行を止めることがない。

豊野町付近は，信州林檎の中心産地で，豊野町西側の山地斜面等もよく開墾されて林檎畑になつており，したがつて農耕用道路の発達もよく，山野の抜渉は自由である。山地の地形はまつたくなだらかな丘陵性で調査に支障をきたすようなことはない。

3. 地　質

豊野町周辺山地に露出する地質は，従来豊野層として一括されているが，最近の信州大学・東京通商産業局などの調査によれば，これを細分して上位の豊野層と，その下位にくる大川相当層とにしたいという意見がだされている。しかしこの意見は，公表されていず，なお問題もあると思うので，従来通り一応豊野層として一括説明することとしたい。

第1表　フォッサ・マグナ地域の第三系



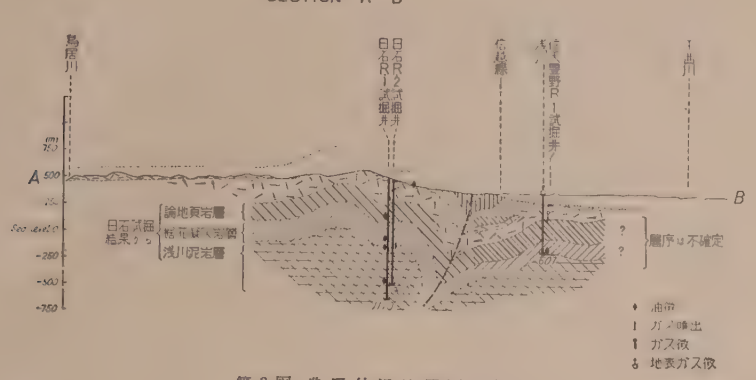
したがつて本地域の地質は，上位より第四紀層の　1) 砂・礫・粘土層，　2) 火山灰層，　3) 豊野層が広く分布し，豊野層は不整合をもつて第三紀層の論地頁岩層または褐化凝灰岩層を覆つている可能性が大きいものと考えられる（第 1~3 図，第 1 表参照)。

3.1　砂・礫・粘土層

本層は地表に不規則に分布する砂・礫・粘土層で，山地においては崖錐やロームの崩壊物と混じ，山腹以下の低所を埋めている層理のきわめて不明瞭な堆積物であり，平坦地においては砂礫優勢な堆積物で，厚さ 100 m に達することもあるようである。

3.2　火山灰層

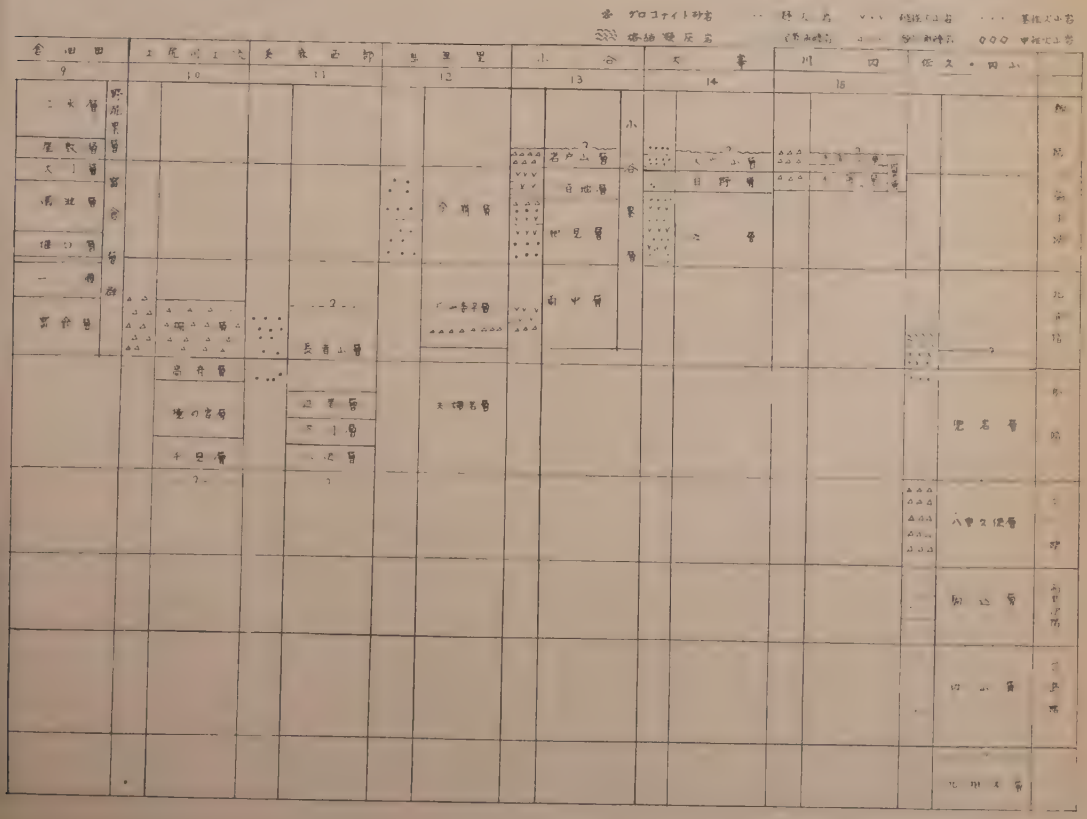
山頂や陵線部には，不規則な厚さで火山灰層が分布している。火山灰層の下部にはときに浮石質凝灰岩層が，

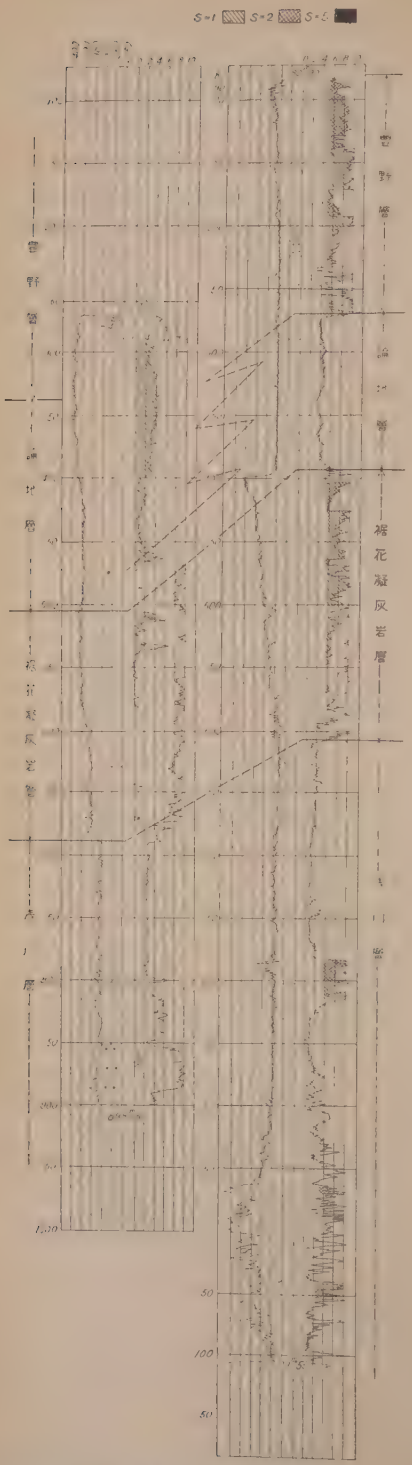


第 2 図　豊野付近地質断面図

対比表ならびに水成活動を示す図表

(1957 フォッサ・マグナグループ編)





第 3 図 旧日石豊野試掘 R-1, R-2 電気的柱状図

油井番号	油田名	開坑	成功	海面上の高
R-2	豊野	昭和 13. 12. 15	昭和 14. 4. 21	440.17
R-1	〃	〃 13. 2. 10		495.22

鹿沼土のように風化して存在することがあり，また場所によつては偽層の発達した砂礫層を伴うことがある。本層の厚さはおゝよそ 2 m 以下，そう厚いものではないようである。

3.3 豊野層

豊野市街地西側油沢のルートには豊野層の露頭がほゞ連続的にみられ，上位から，1）砂泥互層帯，2）凝灰岩層帯，および 3）凝灰角礫岩層および礫岩層からなる帯に分けられる。たゞし，油沢のルートでは豊野層の下限はみられないようである。

こゝにみられる豊野層最上部の砂泥互層帯は，黄褐色の軟いシルト層と，同じく黄褐色の細粒砂層からなり，油沢の沢口付近にみられる。上部は砂層が優勢，下部はシルト層が優勢の 20～30 cm 互層で，砂層・シルト層ともに厚さ数 mm 以下の白い細粒凝灰質砂層を挟んでいる。砂層はときに 1 m 以上となることがある。この付近でみられるこの互層部の全層厚は，30 m 以上と算定される。

次に，最上部砂泥互層帯との接触関係は露頭不良のため明らかでないが，ほゞ整合的に厚さ 15 m 余りの凝灰岩層の発達優勢な帯がくる。この凝灰岩層は淡黄色浮石質で，直径数 mm 以下の安山岩礫および火山岩砕を混入し，風化して豆腐の滓状を呈している。この部層はときに厚さ 1 m 前後の砂岩層・礫岩層および火山岩砕層を挟有することがあり，全層厚は 20 m 位である。

凝灰岩層発達優勢帯の最下部にくる火山岩砕層の下位から，急に人頭大あるいはそれ以上の円礫・亜円礫および角礫を混じた層理不明の厚い凝灰角礫岩層および礫岩層が続き，まれに砂岩層および砂質凝灰角礫岩層を挟有している。なお油沢東側山腹には昭和 15，16 年頃，当時の日本石油株式会社の掘つた試掘井が 2 坑あつて，これらによれば本部層はさらに深部まで続きその総厚は約 250 m，とくに岩層変化は著しいものと推定され，2 号井から 1 号井までの数 100m の間にほとんど全層が砂礫に移り変わつているとされている。

これらの試掘井のほかにも油沢の沢底には数坑の手掘井跡がみられ，油沢中流旧町営水道タンクの近くのものからは，油を伴つた水が湧出している。

3.4 さらに深部の地質

前記の試掘井からさらに深部の地質を読みとれば，豊野層のすぐ下位には当時論地相当層と考えられていた厚さ 170m 余りの泥質層，その下位には厚さ 200m の褐花相当層と考えられる凝灰岩層，以下に浅川相当層と考えられる泥質層がきている（第 3 図）。

4. 地 質 構 造

地質調査所・東京通商産業局・信州大学その他の調査

結果を総合すれば，豊野付近の地質および地質構造は第1図および第2図のようである。

すなわち，豊野西方山地には，従来一括して“豊野背斜”と呼ばれている2条の背斜構造が，信越線と並走している。2条の背斜のうち，北側背斜の背斜軸は信越線の北側約 2,000 m の距離にあり，南側の背斜はその中間で2背斜軸の距離は 750～1,000 m である。

北側背斜の北翼は，豊野層の各部層からなり，30度以下の緩い傾斜で北方に潜入し，南翼は浅い谷状の向斜を越してすぐ南側背斜の北翼と連続する。向斜部の南北両翼とも 30 度以下の緩い傾斜を示している。

南側背斜の南翼端は，平野に臨む山麓付近ではほとんど直立近くまでの急傾斜を示す豊野層上部の互層からなるが，豊野町北部伊豆毛神社付近の露頭によれば，傾斜は逆になり 10 度以下の緩傾斜で市街地地下に向かつてはね上つていることが観察される。急傾斜から緩いはね上りに移る移行状態はいまのところ不明である。

豊野町の市街地を含む平原部一帯は，沖積層に覆われて豊野層以下の地層はみられないが，本地域の地質構造と本地域西側山地の地質および地質構造から判断すれば，平原下にも背斜構造の潜在することが考えられる。

今回調査した信濃天然ガス株式会社豊野 R-1 号井は，一応この地下に潜在する背斜構造を探鉱の対象としたものである。

5. 油徴およびガス徴

油沢の油徴は古くから有名で，油沢の名称も沢底に数多くの顕著な油徴のあるところからでているという。これらの油徴地は，今回の調査によつて新しく発見された油徴地とともに第1図に記入されているが，地域内にはまた家庭や工場の用水井にみられるガス徴を始め，東京通産局鉱山部燃料課によつて発見された野外のガス徴等，多くのガス徴地がある（第1図および第4図参照）。

第4図　豊野付近油徴・ガス徴分布図

本地域内の油徴は前述のように豊野市街地北西側山地にある油沢を中心にして多くの箇所にみられ，油沢付近のルートマップ（第4図）について説明すれば次のようである。

油沢は普段水量が少なく，ときには流水の途絶えることもあるが，沢口で川床に下り，水面をよくみると油膜の浮遊するのがみられる。

一番沢奥の人家の前（A点）あたりにさしかかると，かすかな油臭を感ずるであろうが，この付近両岸はなお林檎畑で露出状況はよくない。

なお 150 m ほど前進する間に川床にみられる人頭大の礫を混入する礫岩の小露頭を掘り起こしてみると，礫と礫の間を充塡している砂は，一面に油の浸染をうけており，小さい空隙からは褐色ないし褐色をした油粒の流れ出すのをみることができる。これから先約 100 m で両岸に山が迫り，支流が左に分岐するあたりまでの間には，ほゞ同様な油徴がみられる。これから谷川は道路と分かれ谷は狭くなるが，こゝにある砂防ダムから約 50 m 上流，川の曲流部東側の小露頭（B点）にも薄く油の浸染をうけた礫岩がみられる。これから約 50 m あたりで谷がやゝ緩くなつた東岸杉林のなかに，古い豊野町水道の水源貯水槽跡があるが，この前を通過してさらに 50 m ほど進むと東岸小凹地から金気水が流水しており，これが宝田時代の手掘井の跡（C点）であるという。現在は崩壊埋没しているが，少量のガスを伴つた塩分の少ない水が湧出している。これから約 20 m ほどでまた川床から金気水がボコボコ湧出しているが，これが宝田石油株式会社の試掘の跡（D点）で，坑口の位置は西岸に 3 m ほどはいつたところにあり，その排水管が現在の湧水位置に開口しているのだという。

坑口位置は石で埋められ平らになつている。この排水は，目算で 10 t/day 位であろうか，常に少量の油を伴つて流出している。これから上流約 100 m 左岸の凹地にも試掘の跡（E点）が残つているが，油徴・ガス徴は認められなかつた。さらに約 100 m（F点），この付近は人頭大，ときに一抱大の円礫を混入する礫岩の露頭が点在し，油徴も礫間を充塡している砂を破砕して水中に投じ，きわめてかすかに油膜を生ずる程度であるが，聞くところによると，かつてこの付近には数坑の手掘井が掘られたことがあるという。この付近は標高約 440 m の位置であつて，これより上流には油徴もガス徴も発見されなかつた。こゝで油沢の沢口に戻り A 点と B 点の中間から西に分岐する沢をさかのぼれば約 20 m で砂防ダムがあり，このダムの脚部（G点）の大頭大の礫を混入する礫岩には顕著な油の浸染があり，さらに約 100 m ほどさかのぼると，珍らしく谷底を横断する泥岩厚さ 60 cm がみられる（H点）。この泥岩には滑り面が発達しており，N 50° E 方向の小断層があり，この泥岩の割れ目からは油の浸出が認められる。この沢ではこれより上

流に油徴・ガス徴は発見されなかつた。

油沢の沢口で橋を渡り，西方に登る山道はかなりよい道で，白坂峠を越して北国街道に通じている。この道を200 m 余り上つて行くと道路は南に流れ下つている小沢のへりにでるが，こゝですぐに沢底に下ると，沢の西岸には凝灰角礫岩の露頭（I 点）があつて，一面に強い油の浸染をうけている。この沢は急傾斜に下つており，小滝の連続であるが，流水はきわめて少ない。こゝから30 m ほど下ると平らな林檎畑にでるが，この間に露出する砂岩・礫岩・凝灰岩層等には油徴は認められなかつた

以上述べたように，豊野町西側の山地には数多くの油徴が発見されているが，はつきりしたガス徴はほとんどみあたらなかつた。次に述べるようにガス徴の大部分が平坦地帯にみられるのは誠に対象的で，単に観察の便宜となるような水面が，山地帯には少ないという理由だけではないような気がする。次にガス徴はその大部分が冲積平原内にあつて，豊野層以下の地質および地質構造との関係は不明の場合が多いが，とりあえずやゝ顕著なガス徴について述べる。

豊野からはかなり離れるが，千曲川東側延徳村地内を西流して千曲川に注ぐ篠井川川床には数多くのガス気泡浮上箇所がある。すなわち，篠井川中流が中野市から南下し，小布施町に通ずる県道と交差する橋の付近川床には，直径 500 m 位の地区に集中して多くの優勢なガス気泡の浮上箇所があり，これより上流にも規模は小さいが，所々にガス気泡の浮上が認められる。これから篠井川下流千曲川合流点までの間にも所々にあるが，とくに草間部落南西部から，押羽部落からくる支流との合流点付近にわたつては優勢なガス徴が集中し，草間部落のはずれのもの（K点）は直径 10 m ほどの範囲から目算 10 m^3/day 余りのガスが噴出している大きなものである。

信濃天然ガス株式会社草間 R-1 号試掘井は，篠井川K点の北岸に，川土手から10m ほどはいつた林檎畑のなかに掘さくされたが，掘進中に故障を起こしたため，深度 232 m で中止廃坑した。現在坑口は木栓を施して密閉してあるが，坑口位置から 10 m ばかり離れた畑のなかに新たに湧水が始まり，コンクリで作つた小さな池の中心部に少量のガス発噴がみられる（第5図）。

なお押羽部落からくる支流を篠井川合流点から約 250 m さかのぼると，川床の数箇所から気泡が浮上しており，あるもの（L点）は直径 2 cm ほどの穴からかなり頻繁に噴出しており，水は伴つていないようであつた。

千曲川川床にも点々とガス徴がみられる。とくに篠井川・千曲川合流点対岸，豊野町上水道の揚水ポンプ場前（M点）のガス徴と，千曲川・松川合流点付近の千曲川にかけられた橋から 300 m ほど下流川床（N点）に連続してみられるガス徴は，篠井川下流草間地内のガス徴に匹敵する優勢なものである。前者は，木工沈床の間およびその前面と本流の水中にみられ，後者は，水深 1～1.5 m の河床砂礫の間から噴出している。

千曲川西側地域にも多くのガス徴がみられるが，おもなものを挙げれば次のようである。

豊野町西側を北流する浅川川床には数多くのガス徴がみられ，やゝ顕著なものは豊野町役場の横から小布施町に通ずる道路の橋下付近（O点），および千曲川左岸堤防の水門付近（P点）にみられる。とくに前者は，ときに気泡と一緒に油膜の浮上をみることがあり，実態の把握が望まれていたが，今回こゝに掘さくされた信濃天然ガス株式会社豊野 R-1 号試掘井においても，深度 100 m 前後で油徴・ガス徴を認めたので，地表の油徴・ガス徴は，これらが垂直移動して逸出したものである可能性のあることもわかつた。

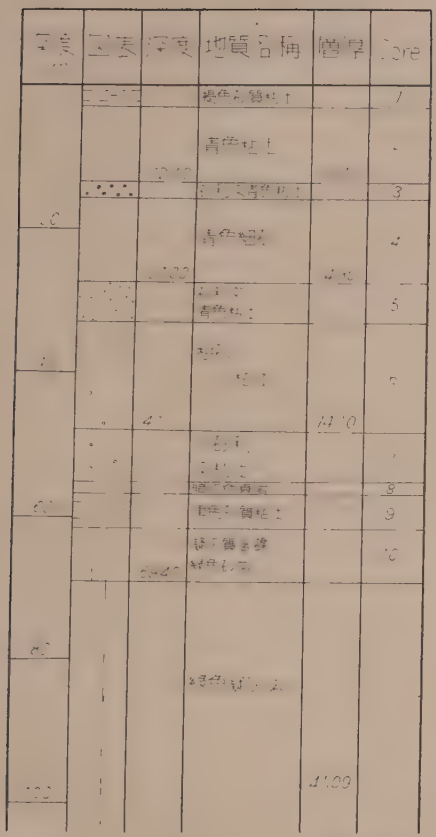
本地区には，工場および人家の用水井にもしばしばガス徴が現われている。

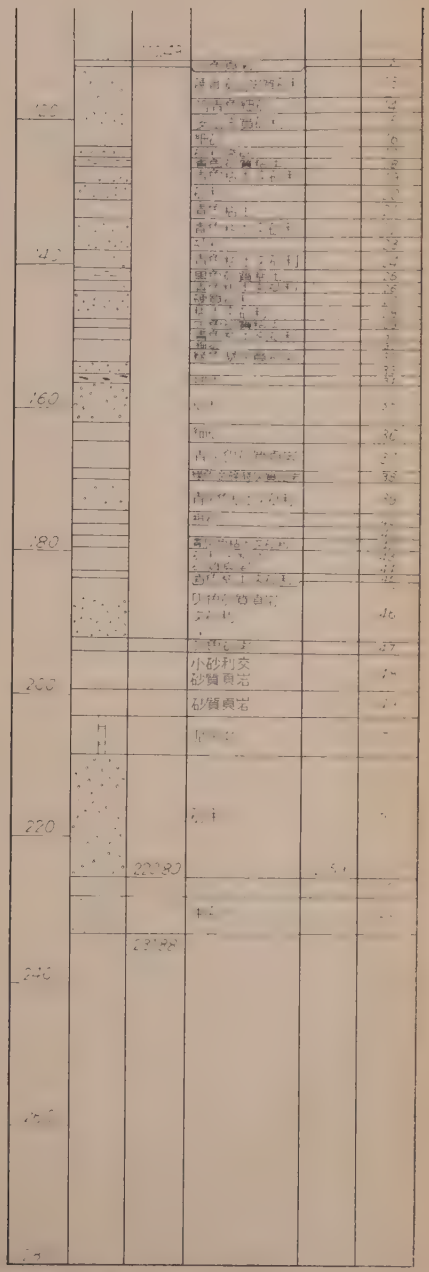
豊野町北部にある東浜油脂株式会社には（Q 点），工場用水採取の目的で掘さくされた深度 150 m の井戸があり，揚水に伴つて 5 m^3/day 程度のガスが気泡で水を乳白色にしながらついてくる。坑井地質柱状図によれば，含ガス水層は豊野層上部の砂泥互層帯である。豊野駅から長野の方向に 100 m ほど進んだ鉄道南側にある三井氏宅の自家用井（R点）は，深度 22 m の掘抜井であるが，水とガスを自噴している。水は強い硫化水素臭を放ち，鉄管の口元には湯花が附着しており，ガスは20～30 秒の間隔に大豆大の気泡群となつて浮上している。この家の鉄道北側にある中野青果市場には深さ約 2 m の用水井があり，1～2 分おきに大豆大の気泡群が浮上している。この付近の地質も豊野層上部の互層のようである。

豊野町南方信越線に沿つて約 2,000 m，南郷部落内にある柄沢酒店の用水井は顕著なガス徴をもつている。坑井は深度 5 m 余り，直径 90 cm のヒューム管が坑底まで挿入され，かつ地面から 1 m ほど上つている。水頭は地上から 80 cm 余り上にあり，ガスはこの水面一杯に大豆大から拳大の大きさで連続的に浮上している。ガス量は，目算で 5 m^3/day あるいはそれ以上と思われる。

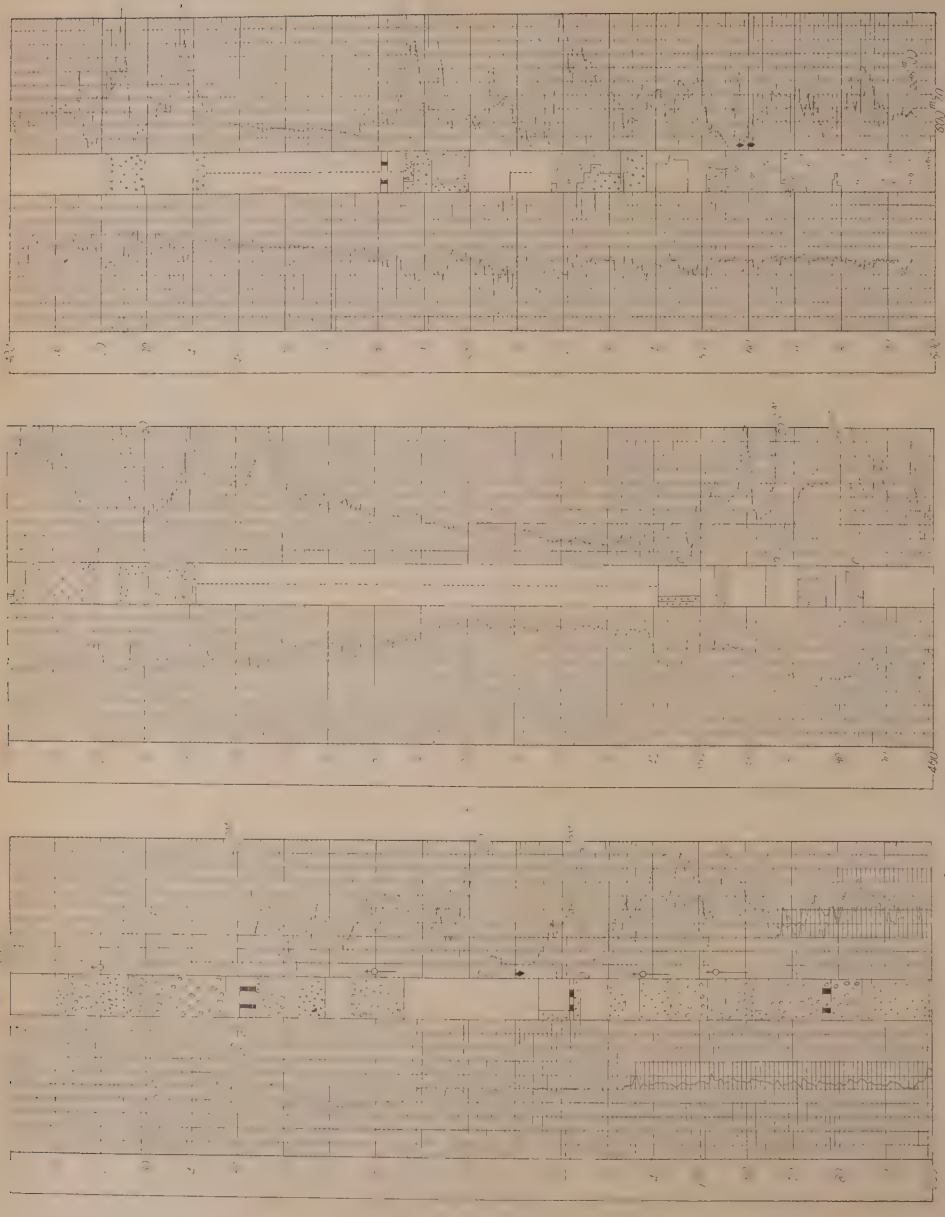
6. 信天豊野 R-1 号井の試掘位置選定理由

今回調査を行なつた試掘井，信濃天然ガス株式会社豊野 R-1 号井掘さく位置は，東京通商産業局鉱山部燃料課の指導により，地質調査所・信州大学および昔行なわ





第 5 図　信濃天然ガス株式会社試掘井間 R-1 号井坑井地質柱状図　(さく孔記録)



第 6 図 信濃天然ガス株式会社豊野 R-1 号井地質(さく井記録)および電気的坑井柱状図(帯石)

れた試掘結果を参考として選定されている。

試掘位置選定理由は，東京通商産業局鉱山部燃料課が取りまとめ作製した地質および地化学調査報告によつて明らかであるが，これを要約すれば次のようである。

1) 本地区は新潟県の大部分および長野県の北半部を含む大きな地向斜帯の南東周縁部に位置し，地向斜帯と基盤山地帯との接続帯に属すると考えられる。

2) この接続帯には並走または雁行する多くの背斜・向斜構造・断層等が確認され，一つの構造帯を構成している。

3) 地下深部には石油またはガスの母層と考えられる論地頁岩層および浅川層の潜在することが考えられる。

4) 論地頁岩層または浅川層を被覆している，いわゆる豊野層の露出分布地域内には，数多くの油徴・ガス徴地が発見されている。

5) 昭和 15，16 年頃豊野町西側山地の油徴顕著な背斜上に掘さくされた試掘井，日石豊野 R-1・R-2 および鳥居川 R-1・R-2 は，浅川層下部まで掘進したにもかゝわらず，採取に足る含ガスおよび含油層に逢着しなかつたという。

6) 豊野町付近平野部，とくに信越線に沿う地帯には，顕著なガス徴が広い地域にわたつてみられる。

7) 豊野町付近平原地下における深部地質構造を推定すれば，信越線東側に一つの背斜構造がある可能性も強く，ガス徴候地の配列状況と組み合わせてみれば，この背斜頂部は豊野町南側浅川に沿うものと考えられる。

8) なお本地域の地質構造発達の過程と，石油および天然ガス鉱床の形成過程との関係を考察すれば，豊野層最上部は豊野西側山地が平野に臨む山脚部付近において急傾斜すること，昭和 15，16 年頃の旧日石の試掘結果からみて，豊野層と下位層との間にははなはだしい傾斜不整合は存在しないようであることなどから，豊野背斜のできた時期は大部分が豊野層堆積直後であることが推定され，鉱床調査や試掘結果の解析などに当つては，地史学的考慮が重要と思われる。

9) 以上から地下に埋蔵されている石油および天然ガスの移動貯溜の少なくとも一部は，平原下に推定される背斜構造に対しても行なわれている可能性は強く，したがつて，こゝに採算可能程度の貯溜のあることも考えられる。

以上の理由から，地下地質と石油および天然ガス埋蔵状況を調査するため，現在油徴・ガス徴のみられる浅川川（O点）の南岸に試掘位置を選定した。

7. 試掘結果

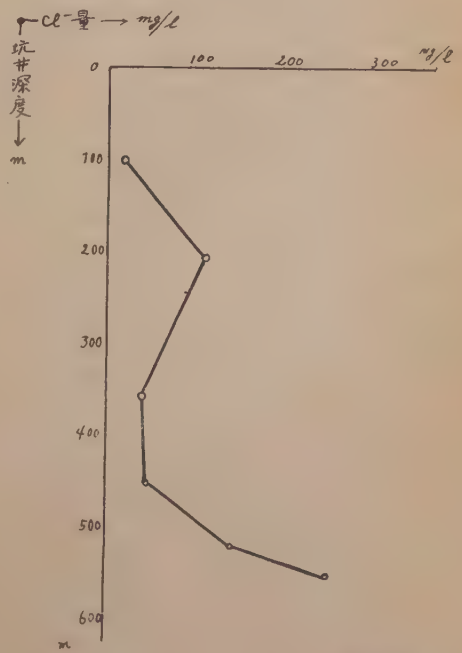
信濃天然ガス株式会社豊野 R-1 号の試掘は，昭和 33 年 7 月 1 日に開坑され，10 月 2 日深度 600.7 m で掘り止めにした。

坑井地質および電気検層結果は第 6 図および第 7 図に示されている。

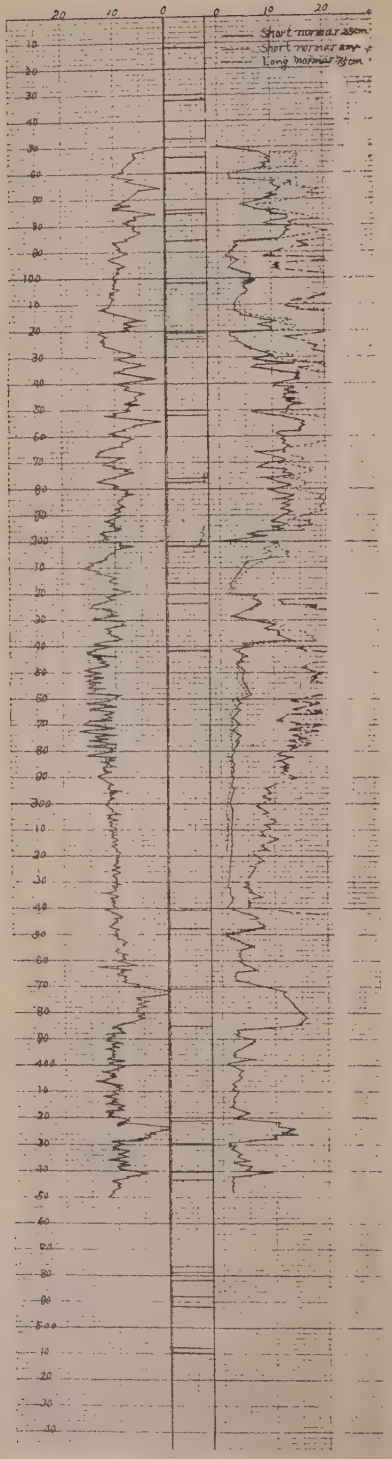
本試掘井にみられた地質は，掘さく中のさく手の感による場合でも，取り上げられたコーアをみても，浅所地質と坑底付近の地質の間にとくに著しい圧緊状態の差異は認められなかつたというが，地域南隣長野市内（旧若槻村）字吉地内において大源石油鉱業所が行なつた試掘，大源豊野 R-1 号井の地質柱状図との対比によれば，深度 86 m 以下は豊野層と判定されるので，沖積層は一応 86m までとする。

すなわち，地表より 10 m までは地表砂礫粘土，以下 86 m までは主として礫層，115 m までは主として灰色粘土，241 m までは主として礫層，340 m までは主として灰色粘土，385 m までは凝灰岩・灰色粘土・凝灰質細粒砂互層，420 m までは灰色粘土，430 m までは砂混り礫，485 m までは主として灰色砂質粘土，495 m までは小砂利・凝灰岩互層，520 m までは灰色砂質粘土，520 m 以下は砂・礫・火山岩砕互層からなり，600.7 m で掘止めしている。

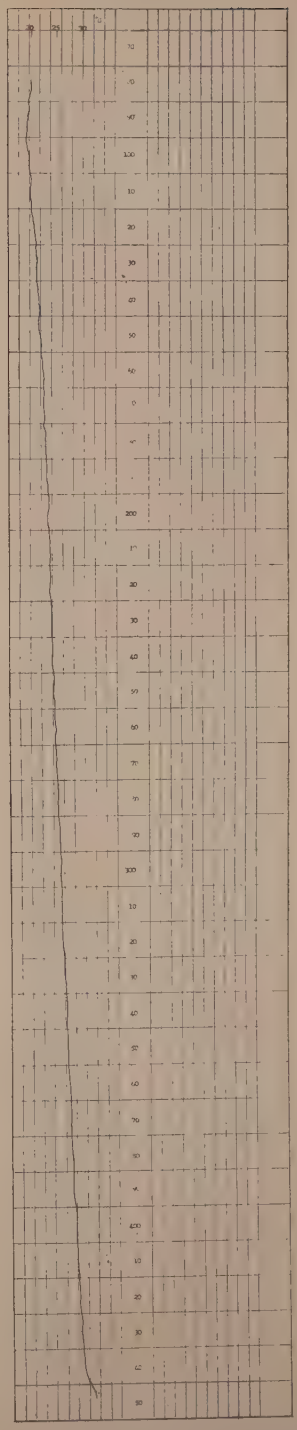
掘進中の油徴・ガス徴としては，深度 19.5 m，80 m，133 m，155 m 付近を掘進中に循環泥水と一緒にガス気



第 9 図 豊野 R-1 号井コーアの Cl^- 量測定曲線



第 7 図 信天豊野 R-1 号井電気的柱状図 (G.S.)



第 8 図 信天豊野 R-1 号井温度検層図 (G.S.)

泥水循環停止時間 10 時 30 分
測定開始時間 (坑口) 17 時 30 分
測定終了時間 (坑底) 18 時 30 分

第 2 表　信天豊野 R-1 号井 D. S. T. 正式報告　(北陸鑿泉株式会社)

テスト深度	533～600 m	ビーンの径	3/8″
パッカー設置	529. 85 m	テスト終了時間	18 時 45 分
シャービン切断荷重	8,000 lbs	油およびガス	ガスなし（油ぎらあり）
開始時間	18 時 35 分	テスト時間	0 時間 20 分
ゴーデビル到着時間	0 分 29 秒		
孔明管位置	534.17 m		
パッカー腰切荷重	28,000 lbs		
パッカー設置荷重	12,000 lbs		

坑口噴出状況

大気温度 13°C (18 時 20 分)

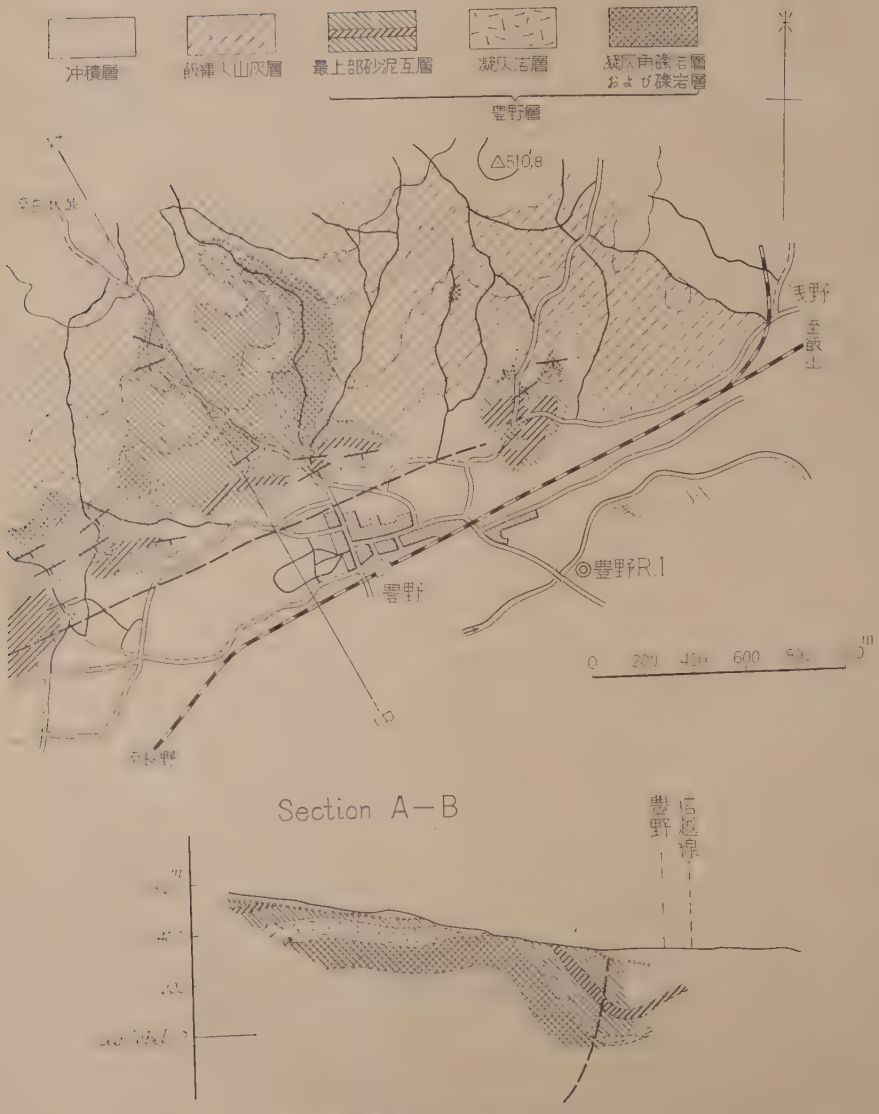
時間	オリフィス径 (吋)	水柱差 (吋)	換算
30 秒	1 1/4	1/4	
1	〃	〃	
2	〃	〃	
3	3/4	1/2	380
4	〃	5/8	390
5	〃	〃	〃
6	〃	1/2	360
6分30秒	〃	〃	〃
7	3/8	2 1/8	150
8	〃	2	120
9	〃	1 1/8	90
10	〃	1/2	75
11	〃	G 温度 14.2°C	
12	1/8	1 1/8	20
13	〃	3/8	18
14	〃	〃	〃
15	〃	0	0
16	1/16	1/4	33
17	〃	〃	〃
18	〃	1/8	28
19	〃	〃	〃
20	〃	0	0

備考：（油ぎら少しあり）紫外線検油器でみる。　掘管中ガスなし。

掘管内柱状

深度			GS	pH	Cl (mg/l)
	泥水	- 19.70	1,200	7.4	35.5
		- 65.74	〃	〃	〃
		- 92.19	1,210	〃	21.3
	薄泥水	- 158.31	1,138	〃	28.4
		- 175.06	1,070	7.6	31.95
		- 241.96	1,056	〃	35.5
		- 268.94	1,206	7.4	42.6
m 503.30	濁水	- 323.31	1,020	〃	131.35
		- 363.59	〃	〃	173.95
		- 390.87	〃	7.2	174.2
		- 417.75	1,016	7.6	191.7
		- 458.10	〃	7.4	205.9
		- 498.20	1,010	〃	〃
		- 524.40	〃	7.6	209.45

トリップ・バルブ　525.07 m



第 10 図 豊野町北側山地の地質

泡の流出が1時間～数時間継続してみられ，110 m コーアにはエーテル抽出による溶出物があり，550 m 付近のビットに附着した掘屑には石油の浸染が認められた。

コアリングはおよそ 50 m 間隔に実施し，途中深度 450 m で電気検層および坑内測温を，掘り止め後 596 m までふたゝび電気検層を実施した（第 6～8 図）。

採取したコーアについては，間隙水の Cl^- 量を測定し，その結果は第9図のように最高 245 mg/l 程度で低く，浸入水による影響を強くうけているものと推定される。しかし，この Cl^- 量の測定については，最近の研究によつて，貯溜層と上位または下位にある泥質層との間に大きな差のある場合も知られているので，Cl^- による判定には注意を要する。

電気検層終了後掘管を用いて行なう採油・採ガス試験（D. S. T.）を実施したが，その結果は第2表（信天豊野 R-1 号井 D. S. T. 正式報告）のとおりである。テスト深度は 533 m 以下 600 m までであるが，「揚管中ガスなし」という結果であつた。本表の備考にある「油ぎら少しあり」の状況は，揚管の終わりに近づくにしたがつて，バケツのなかの水面いつぱいに油膜が拡がり始め，これを紫外線検油器（ミネラライト）で照射してみた結果，明瞭な原油の徴候がみられたという。

以上掘進中の地質，油徴，ガス徴，Cl^- 試験，D.S.T. 試験の結果から，533 m 以下に対しては稼行に足る石油・ガスの生産は見込めないものと判定された。

次いで 130 m から 160 m の間に対しても D. S. T. 試験を計画したが，これは信濃天然ガス株式会社の判断によつて中止し，80 m 付近の水層に対して揚水ならびに水質試験を実施することとなつた。これは上水道用水源の調査であつたが，その後の報告によれば，水質不適のため揚水も中止し廃坑に決定したという。

8. 地質調査および試掘の結果に対する意見

今回の地質調査は短期間ではあつたが，その結果から東京通商産業局でとりまとめた地質図について，若干の問題点および試掘の結果に対する意見を述べる。

1) 試掘地付近の地質は油沢沢口付近において観察される状況であるが，沢口東側の丘の上にある寺の西側の大崖に露出する豊野層最上部砂泥互層は，ほとんど直立からいわゆる風型背斜の右肩のように折れ曲り状に急に緩傾斜に移り，10～20° 南の傾斜を示すようになる。このことと，油沢の西部で油徴のみられた沢の奥では，この砂泥互層は山腹の地形と同じ位の緩い傾斜で白坂峠に通ずる道路側の山腹を一面に被覆していることから，この付近における豊野層中の凝灰岩層優勢の部層以下は，山地を浸食した谷底には露出してみられるが，山腹緩斜面にはその上位にくる最上部互層がかなり広く分布するものと判断される。しかしこゝには一つの問題として，山腹あるいは山頂付近にみられる砂・礫・粘土層は本文で述べた豊野層最上部砂泥互層の層準であるかどうかということがあげられる。第1図によれば，山腹や山頂に広くみられる砂・礫・粘土互層は豊野層をまつたく不整合に覆つている部層とみられたらしく，無視されているように受け取れる。試みに既存地質資料と今回の調査判断の結果を総合して，豊野西方山地だけの地質図を作製すれば第 10 図のようになり，この砂泥互層を豊野層上部の互層とするか，まつたく不整合に乗つているとするかで若干地質および地質構造に対する考えが変わつてくるかもしれない。もつともこれは豊野町西側山地の小地域に対する結果だけであり，このような考えのもとに，この付近全地域を調査したらどのようになるかは今後の問題である。

2) さらにこゝに豊野層とした地層の地質時代については，従来も第四紀更新世に属すると考えられており，したがつて豊野地域北側に接する三水村地内にみられた三水層，およびさらに北側飯山市西側において井島が命名した小境奥層も，各層の層準関係から豊野層とほゞ同時代の堆積物と考えられる。これら各地各層の関連性と各層が示す地質構造の特徴を明らかにすることは，これらの地層は本地域付近に広く分布しており，これらの地層による構造は，深部第三紀層の構造と必ずしも同一傾向を示していないという点で重要なことと思われる。

3) 信濃天然ガス株式会社豊野試掘 R-1 号井の柱状図（第6図）に示されているように，深度 200 m 以浅に油徴・ガス徴がみられ，550 m 以下の油徴にガスの随伴がみられなかつたことについては，一応次のような意見がまとめられている。(1) 浅所のガス徴は 240 m から 460 m の間に発達する灰色砂質粘土層から発生したガスの貯溜によるものであり，(2) 地表，100 m のコーアおよび 550 m 以下にみられた油徴は，豊野町西側山地の油徴地付近から浸入水とともに移動してきたものではないかという考え方もある。すなわちこれらの油徴は，本試掘地点の直下から垂直移動してきた原油であろうとするには，共存する水の水質に浸入水の影響が強く現われすぎており，また油徴・ガス徴のあり方に垂直方向の関連性が認められないことなどは，これを否定する資料であろうとするものである。

4) 次に本試掘井のテスト結果から，いわゆる長野平全域の平原下に対する石油および天然ガス埋蔵の可能性を云々するのは早計であるが，今回の試掘井が深度不足のため明らかに第三紀層と考えられる地層に到達していないのであるから，さらに適当な位置を選定して試掘を

続行すべきものと思う。

試掘位置の選定は，試掘 R-1 号井の結果と重力探査または地震探査の結果を総合して判断するのが適当であろう。確認はしていないが千曲川に沿つて千曲地震帯があり，地震のある度にこの地震帯に沿つて地表に亀裂を生じ，これからガスの噴出があるというのも，物探結果等から石油またはガス鉱床の発達状況を推定するうえにはよい手掛りになるかも知れない。

（昭和 33 年 8 月調査）

文 献

1）地質調査所：長野県長野油田図，鈴木達夫調査，1938

概　報

553.435(521.76) : 550.85

奈良県五条鉱山金屋渕鉱床について（予報）

小村幸二郎*

Preliminary Notes on the Kanayabuchi Deposit of the Gojō Mine, Nara Prefecture

by

Kōjirō Komura

Abstract

The rocks in the neighbourhood of Gojō mine are composed of black shale, sandstone, chert and green rock (schalstein?), striking N70°E～N70°W and dipping 30～70° to the north.

The Kanayabuchi deposit occurs in black shale, and along the boundary between black shale and green rock or chert, and ore bodies are lenticular.

The ores are classified into two kinds, namely massive ore and disseminated ore. Both mainly consist of pyrite and small quantities of chalcopyrite and zincblende. Average grade of crude ore is Cu 0.4％± and S 20％±.

要　旨

本報告は紀伊中部に分布する含銅硫化鉄鉱床調査の一部として行なつた，五条鉱山金屋渕鉱床調査の予報である。

本鉱床は古期の頁岩・緑色岩・チャート等を母岩とする広義のキースラーガーで，4主要鉱体と若干の小鉱体とからなつている。鉱体は走向方向へ数10 m，傾斜方向へ連続性のある竿鍾に属し，局部的に膨縮を示し，レンズ状・細脈状・鉱染状等をなすことがある。

母岩には緑泥石化作用・炭酸塩化作用等が認められる。鉱石は塊鉱と鉱染鉱とからなり，僅かに黄銅鉱と閃亜鉛鉱を含む。

なお本鉱山を中心とする地質の時代，とくに仏像構造線の位置については今後検討を要する。

1. 緒　言

筆者は紀伊半島中部地域に分布する含銅硫化鉄鉱床調査の一部として，奈良県五条鉱山金屋渕鉱床の調査を行なつた。調査結果の詳細については後日報告することとし，とりあえず本鉱山の現況と金屋渕鉱床の地質および鉱床の大略を報告する。

2. 位置および交通

五条鉱山は高野山南方の奈良県吉野郡野迫川村にある。本鉱山には紫園・金屋渕・立里の3鉱床があり，紫園鉱床は野迫川村の中心である池津川部落の南東方約3 km の所に位置し，金屋渕鉱床は紫園鉱床の南方約500 m の紫園川岸に，立里鉱床はさらにその南方約2 km の高所に位置している。

鉱山に至るには次の2径路がある。

（1）

南海高野線
大阪難波駅――(橋本)――高野山駅――
和歌山線　和歌山線
和歌山――　――王寺
バス 11km (大正館前) バス 3km 上垣内 徒歩 3km (立里荒神) 徒歩 6km 立里
8km 徒歩
徒歩 7km
――金屋渕

* 鉱床部

（2）

和歌山線五条駅—バス 29km—（坂本）—バス 9km—宇井—

—徒歩 6km—中津川—┬—徒歩 2km—立里
　　　　　　　　　└—徒歩 2km—金屋渕

鉱石の運搬は次の径路による。

立里鉱石——————┐
金屋渕鉱石—索道 2km—┴—金屋渕選鉱場—索道 6km—坂本—索道 5km—富貴

—索道 9km—二見—┬——旭化学
　　　　　　　　├——宇部興産
　　　　　　　　└　東洋レーヨン

3. 沿革および現況

鉱区番号　奈良県採登 20,28,37,43,44,70号
　　　　　〃　試登 2048,2049,2063,
　　　　　　　　　2064,2117,2131,2138号

登録鉱種名　金・銀・銅・硫化鉄

鉱業権者　東京都中央区日本橋室町三井ビル内
　　　　　大阪市北区中之島三井ビル内
　　　　　千原鉱業株式会社

3.1 鉱山の沿革

金屋渕鉱床は明治時代の末期に開発され，昭和13年に金屋渕鉱業株式会社の経営下に入り，開発は大いに進み比重選鉱場を設置して操業を始めたが1年後に火災に遇い，同20年に休山した。その後同会社によつて再開，同26年に千原鉱業株式会社の経営下に入り現在に至つている。

立里鉱床は享保年間に徳川幕府の直営鉱山として開発され，金・銀・銅を産出した。その後銅山として断続的に稼行され，明治2年に栗山藤作の所有となり新鉱体を発見して自山製煉を行なつた。同13年頃は本鉱床の最盛期で，粗銅はロンドン市場にも輸出された。

大正3年に休山し，昭和13年に再開され，金屋渕鉱床とともに金屋渕鉱業株式会社の経営下に入り，同19年に浮遊選鉱場を完成したが，同20年に企業整備により諸設備を撤去して休山した。その後再開され，同26年に千原鉱業株式会社の経営下に入り，現在に至つている。

3.2 現況

現在は金屋渕鉱床に稼行の主力をそゝぎ，立里鉱床ではやゝ小規模に採掘を行なつている。紫園鉱床は坑道が崩壊して内部の状況はまつたく不明である。

金屋渕・立里両鉱床の鉱石はともに金屋渕選鉱場において，浮遊選鉱により銅精鉱と硫化精鉱とに分けられている。選鉱能力は 120 t/day であるが常時108％前後の運転を行なつている。銅精鉱・硫化精鉱の生産量は次に示すとおりである。

第1図　五条鉱山位置および交通図

年度別	処理鉱量			銅精鉱			硫化精鉱		
	鉱量（t）	品位(%) Cu	S	鉱量（t）	品位(%) Cu	S	鉱量(t)	品位(%) Cu	S
昭和									
27	12,084	0.51	19.20	352.4	8.97	39.80	4,228.1	0.38	38.40
28	27,106	0.48	19.70	1,048.1	7.43	44.20	9,795.1	0.32	43.09
29	37,787	0.43	19.20	1,350.9	7.16	43.20	13,772.9	0.30	43.60
30	40,520	0.51	19.35	1,597.0	6.90	44.85	13,460.3	0.31	44.50

4. 地形および地質

五条鉱山付近の地質は古期岩類からなり，岩質のうえでは著しい差異はないので，岩層の差異による地形上の変化はみられない。付近一帯は海抜 1,000 m 以上の山が連なり，古期岩類による特有の急峻な地貌を呈している。河川の大きいものとしては立里の南方を東方へ流れる川原樋川と上垣内から池津川・紫園・金屋渕を経て南東方へ流下し，前記川原樋川へ注ぐ紫園川とがある。

鉱山付近を構成する岩類は，頁岩・砂岩・緑色岩・チャートで，これらは走向 N 70° E～N 70° W で北方へ 20～70° 傾斜するが，褶曲や多くの断層の影響によつて，局部的にはかなり変化する。

5. 鉱床

金屋渕鉱床は頁岩・緑色岩・チャート等を母岩とするキースラーガー類似の含銅硫化鉄鉱床で，東西（走向方向）に約 700 m，深さ約 250 m にわたつて開発され，主要坑道は 200 m 坑から －40 m 坑まで 9 坑道がある。

鉱床は富鉱部の分布により，便宜上，西から東へ西・1・2・3 鉱床に区別されている。これらの鉱床は砂岩・頁岩互層の間にある幅約 40 m の頁岩を主とし，緑色岩・チャート・凝灰質頁岩等を挟む層準中に，とくに緑色岩・凝灰質頁岩によつて特徴づけられる部分に胚胎している。第 1・2・3 鉱床は 100 m 坑地並から上部は大部分が採掘済みで，そのうち前 2 者は，大体この地並以上では劣勢となつている。第 3 鉱床は －40 m 坑においてなお採掘されており，さらにこれより下部に続いている。

鉱体は走向延長数 10 m で，傾斜方向に連続性のあるいわゆる“竿錨”に属し，主要なものは膨縮が著しく，厚さ数 cm から数 m まであり，その他小レンズ状，網状，脈状，鉱染状等からなる。

鉱体は緩傾斜の部分では肥大し，急傾斜の部分では劣勢となる傾向があり，また頁岩と緑色岩との境界部に存在する場合には，しばしば富鉱部を形成しているが，しかし硬質頁岩中では貧弱な細脈状をなす場合が多い。

鉱体に直接する母岩中にはしばしば赤鉄鉱が認められ，とくに母岩がチャートまたは緑色岩の場合には，赤鉄鉱の濃集する部分は 2 m 前後に達する場合がある。

母岩の変質作用としては緑泥石化作用，炭酸塩化作用（珪化作用）等が認められるが，いずれも軽微である。

鉱石には塊鉱と鉱染鉱とがあり，いずれも黄鉄鉱を主とし，塊鉱には僅かに黄銅鉱・閃亜鉛鉱等が含まれている。

6. 結語

以上五条鉱山の現況と金屋渕鉱床の大略を述べた。最近キースラーガー研究の焦点は成因論に重点が置かれているが，このようなときに従来典型的なキースラーガーとして取り扱われてきた多くの鉱床と本鉱山の鉱床との比較研究は非常に有意義なものと考えられる。また，本鉱山付近を構成する古期岩層の時代区分も再考の余地があるように思われ，とくに本地域付近を東西に走ると考えられている仏像構造線の問題も，なお検討を加える必要があろう。これらについては稿をあらためて報告する。（昭和 31 年 10 月調査）

550.834(524)

日鉄美唄第1号井における坑井内速度測定

蜷川 親治* 古谷 重政*

1. 緒 言

石狩平野においては地震探査法による調査が従来から多く行なわれており，速度層の資料も比較的集まつている。しかしながらこの地域の坑井内速度測定（Well-shooting）に関する資料は少なく，平原下ではかつて筆者らが行なつた奈井江試錐井[1]のものしかない。それがため速度層と地質層序との対比にさいし，かねてから Well-shooting の必要を痛感していた。

ところが今回日鉄鉱業株式会社によつて，平原下に 1,000 m を超す試錐が実施されることを知り，同社にお願いし速度測定の機会を与えていただいた。こゝにその結果を報告し，御好意に謝意を表する次第である。

調査は筆者らのほかに鎌田清吉・田村芳雄が担当し，日鉄本社から安武康之氏の応援を得た。また調査期間は昭和 34 年1月7日から約2週間である。

2. 位置および試錐柱状図

本試錐井は北海道美唄市開発桜井地内にあり，函館本線美唄駅の西方約 3.5 km の所にある（第1図参照）。周辺は石狩川流域平野で道路は発達しているが，調査が降雪期だつたので器械の運搬に難渋した。

第2図に試錐柱状図[註1]の概略を示す。（コーアの検芯および地層の分類は，日鉄本社森田日子次氏による。）

3. 調査目的および調査方法

前にも述べたように，この付近における Well-shooting は奈井江試錐井で行なつただけであり，機会あるごとにこの種の調査を実施し，速度資料を蓄積することが要求されている。今回の調査も以上のような目的のために実施したものである。

調査方法は奈井江で実施したときとほとんど同じで，詳細はその報告を参照されたい。

爆発点は試錐井を中心として2孔とり，この関係を第1図下部に示す。

試錐井の掘さく深度は 1,305 m であるが，掘さく担当者の話では 1,000 m 以下は崩壊がはなはだしいということだつた。それで測定はまず上から受振器を順次降していき，その間隔を 50 m とし，測定できるところまで挿入することとした。実際には 800 m までしか入らなかつた。

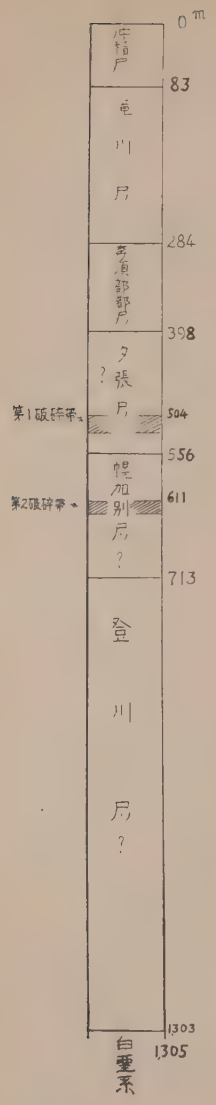
使用した器械は E. T. L. 製の地震探鉱器で，坑井内受振器は oil damping 型のものである。また受振器懸垂用の電線は，6芯鎧装ケーブル（アーマードケーブル）で，このケーブルの巻下しは 48 馬力のガソリンエンジンで行なつた。

なお速度測定のほかに坑井内の温度を連続測定する予定であつたが，電極が破損したため測定できなかつた。

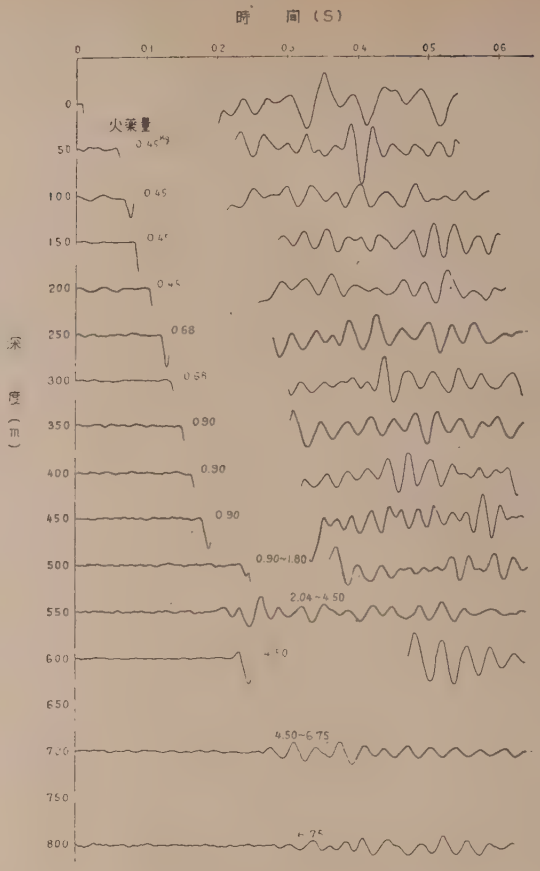
第 1 図 日鉄美唄第1号試錐井位置図

* 物理探査部

註 1) 昭和 34 年 12 月 日鉄鉱業 K.K. 許可済



第 2 図　柱 状 図



第 3 図　各深度における trace

それで最高寒暖計により，0～200 m まで，0～500m まで 0～800 m までの温度を測定した（第 4 図参照)。

4. 調 査 結 果

4.1 観測記録

第 3 図に 0～800 m までの各深度における trace を示す。この図は縦軸に深度を，横軸に時間をとつてある。

4.2 計 算

計算にさいし試錐井付近の低速度層の速度値および層厚を求め，これを補正値としなければならない。それで第 1 図下部のような 200 m 程度の補正用測線をとり，

第 1 表　第 I 爆発点計算表

孔口からの受振器までの深度 (m)	補正面からの受振器までの深度 (m)	初動の読み (sec)	垂直時間 (sec)	垂直時間の差 (sec)	区間速度 (m/sec)	平均速度 (m/sec)
50	32	0.054	0.0169			1889
				0.0255	1961	
100	82	0.065	0.0424			1933
				0.0230	2174	
150	132	0.080	0.0654			2017
				0.0200	2499	
200	182	0.096	0.0854			2130
				0.0233	2149	
250	232	0.117	0.1087			2134
				0.0141	3546	
300	282	0.130	0.1228			2296
				0.0195	2569	
350	332	0.148	0.1423			2333
				0.0145	3445	
400	382	0.161	0.1568			2436
				0.0147	3392	
450	432	0.175	0.1715			2518
				0.0139	3599	
500	482	0.188	0.1854			2599
				0.0165	3030	
550	532	0.204	0.2019			2634
				0.0108	4625	
600	582	0.214	0.2127			2736

低速度層の速度を 600 m/sec，層厚 18 m を得た。

第 1 表，第 2 表は I 爆発点，II爆発点からの計算表で

第2表 第II爆発点計算表

孔口から受振器までの深度 (m)	補正面から受振器までの深度 (m)	初動の読み (sec)	垂直時間 (sec)	垂直時間の差 (sec)	区間速度 (m/sec)	平均速度 (m/sec)
50	32	0.055	0.0170			1882
100	82	0.063	0.0417	0.0247	2028	1968
150	132	0.080	0.0665	0.0249	2011	1984
200	182	0.096	0.0878	0.0212	2354	2074
250	232	0.117	0.1110	0.0232	2152	2090
300	282	0.132	0.1267	0.0157	3178	2225
350	332	0.146	0.1426	0.0159	3138	2327
400	382	0.162	0.1581	0.0155	3232	2416
450	432	0.175	0.1719	0.0138	3626	2513
500	482	0.189	0.1869	0.0150	3340	2579
550	532	0.204	0.2023	0.0155	3234	2629
600	582	0.216	0.2129	0.0105	4748	2734

これによつて各初動から傾斜時間，垂直時間，区間速度および平均速度を求めた。これを図示したのが第4図と第5図である。こゝで垂直時間とは震源を坑口に仮定し波が垂直に坑井内受振器まで到達した時間をいう。また平均速度，区間速度は次のような関係にある。

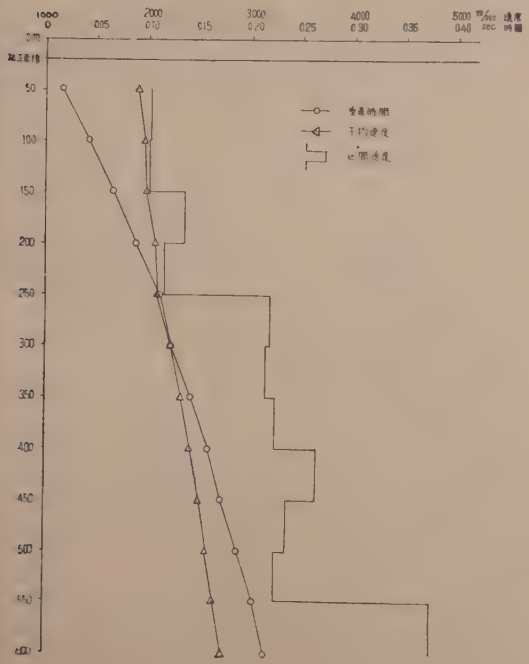
$$\text{平均速度} = \frac{\text{補正面から受振器までの深度}}{\text{垂直時間}}$$

$$\text{区間速度} = \frac{\text{各深度の差}}{\text{垂直時間の差}}$$

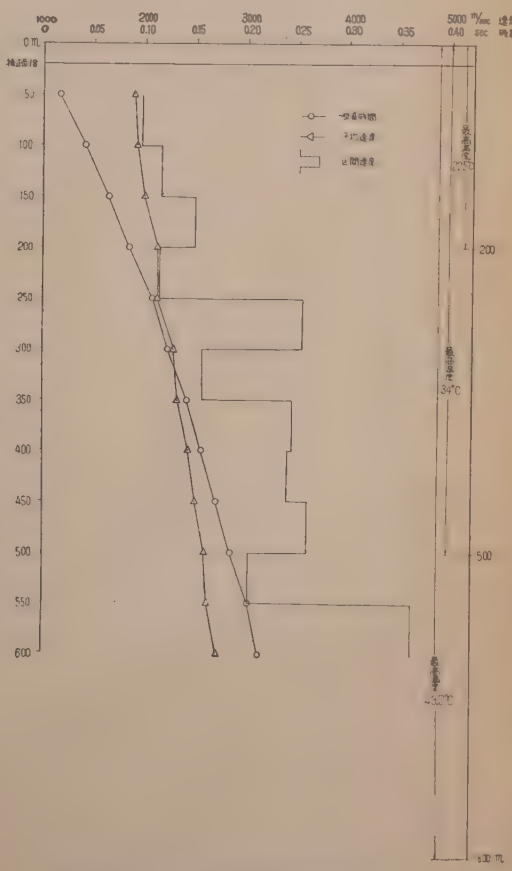
4.3 考 察

日鉄鉱業 K.K. では，昭和 29 年末にこの試錐井を中心として約9 km の東西方向の測線をとり，屈折法で地震探査を実施した。調査結果については発表されてない。

第4図および第5図から平均速度は 1,900～2,700 m/sec の間で変化し，深さとともに増加している。また区間速度についてみると，250 m を境とし，上部は 2,000



第4図 S.P.I における坑井内速度分布図



第5図 S.P.II における坑井内速度分布図

～2,500 m/sec（平均 2,200 m/sec）であるが，この下部すなわち 250～550 m の間では，3,000～3,500 m/sec（平均 3,300 m/sec）となり，この 250 m で 1 つの速度層の境界が考えられる。既知資料では滝川層が 2,200 m/sec であり，こゝでも柱状図から 250 m/sec 以浅は滝川層である。またこの下部の平均 3,300 m/sec の値は石狩層群にしては多少低速度であるが，柱状図から奔須部都層・夕張層に対比される。

なお参考までに奈井江のときの区間速度と今回の結果を示しておく。

美唄		奈井江	
深度 (m)	区間速度 (m/sec)	深度 (m)	区間速度 (m/sec)
50～250	2,200	50～230	2,010
250～550	3,300	230～650	3,560

第3図の各深度における trace の初動をみると，0～450 m までのものは非常に明瞭に切れているが，500 m 以深からのものは急に初動が不明瞭になつている。それで火薬量を次第に増加しながら数回記録をとつてみたがやはり初動の切れは充分でない。

今回は最大 6.75 kg の火薬しか使用しなかつたが，これは試錐井と爆発孔の距離が 100 m 程度だつたのでこれ以上火薬量を増加すると試錐櫓に被害があると困るので使用しなかつた。

600 m，700 m，800 m でも同様に到達 energy が小さく初動は図でみるとおり益々小さくなつてしまつた。（奈井江の場合は 700 m の深度で 0.9 kg の火薬量で充分の energy が得られている。）

この原因として一応考えられることは，受振器の感度が水圧で低下したか，電線の絶縁抵抗が悪くなつたか，あるいは爆発孔の条件が変わつたかのいずれかであろうと考え，これを点検する意味で受振器をふたゝび 450 m まで引き上げて記録をとつてみた。ところがこの深度では良好な記録が得られた。それで器械や電線に原因するものとは考えられなくなつた。このほかの原因として考えられる要素の1つに，地層の条件によるものがある。柱状図をみると 504 m と 611 m 付近に，見掛層厚がそれぞれ 22 m，14 m の断層破砕帯がみられる。この破砕帯の影響で，この下部からは energy の到達が弱くなりこれが初動を不明瞭にする原因ではないかと考えることもできる。しかしながら記録に表われた現象以外これを裏付けるような適格な資料がないので，こゝでは以上のような現象が起こつたということだけを報告し，今後の問題としたい。

これに関連し到達 energy が充分でない場合をあらかじめ考慮し，試錐井と爆発孔の水平距離を相当長くとる必要もある。すなわち予想以上に多量の火薬を使用しても試錐櫓の安全が保てるだけの距離（150～200 m 程度以上）をとるとか，あるいは長短二通りの距離に爆発点を設けることも考えられる。

5. 結　論

本調査に使用した試錐井は，奈井江の場合に較べ，かなり深く石狩層群下部の地層，あるいは白亜系の地層速度まで測定できると期待し，また準備も充分していた。ところが以上記述したとおり，450 m 以深からは良好な記録が得られず，そのうえ 800 m 以深は崩壊のため測定不可能となつてしまつた。結局本調査では 450 m までの速度資料しか得ることができなかつた。しかしながら奈井江の資料と比較検討することができ，またこの種の調査を今後実施するに際じて，考慮すべき点を指摘することができた。

（昭和 34 年1月調査）

文　献

蜷川親治・鎌田清吉：北海道奈井江試錐井における坑井内速度測定調査，地質調査所月報，Vol. 8, No. 3, 1957

553.43：622.19 (521.83)：550.85

岡山県帯江鉱山付近の銅鉱床

高島　清*　土井啓司**

要　旨

本報告は帯江鉱山ならびに重田鉱山について技術指導のため鉱床調査の結果をとりまとめたものである。

鉱床は古生層の砂岩および粘板岩とこれらの変成帯中に形成された裂か充塡鉱床で9条の鉱脈からなる。鉱脈はNS系のものが多く，一部にEW系および中間のものがある。前者は花崗岩による変成帯に，後者は変成作用を受けていない部分にみられる。

鉱石は黄銅鉱を主とし，少量の方鉛鉱・閃亜鉛鉱・磁硫鉄鉱・黄鉄鉱・硫砒鉄鉱を伴い，鉱体の上部には二次硫化鉱物がみられる。

探鉱方法としては，前記裂か系に留意することと，さらに今後物理探鉱・化学探鉱を実施することが望ましい。

1. 緒　言

昭和30年2月，約1週間の予定で岡山市西方帯江鉱山付近の銅鉱床の調査を実施した。

同地域には奈良朝時代から稼行されたといわれる帯江鉱山を中心とし，最近探鉱を始めた重田鉱山等がある。

現在，大部分の旧坑は崩壊・水没しているため，鉱床の賦存状況は詳細に確認することができないが，地質調査と露頭調査によりほゞその概要をつかむことができた。

2. 鉱区関係

1. 帯江鉱山

鉱区番号　岡山県採登 39，42，49，139 号
　　試登 4821，4822，4823 号

鉱区位置　倉敷市都窪郡早島町

鉱種名　銀・銅・鉛・亜鉛・硫化鉄

鉱業権者　東京都中央区銀座西7の6
　　藤田興業株式会社

1. 重田鉱山

鉱区番号　岡山県試掘出願28年 385，660 号

鉱区位置　倉敷市都窪郡早島町

鉱種名　金・銀・銅・鉛・亜鉛・鉄・タングステン

鉱業権者　岡山市津倉町1丁目
　　重田　周平

3. 沿革および現況

帯江鉱山の開坑は，遠く奈良朝時代にさかのぼり，大仏鋳造用に供せられたといわれるが詳でない。明治5年頃，金盛・金掘・青木・吉田・金才・満寿才・田中等の諸鉱山が開坑され，明治23年坂本金弥が吉田・田中・青木・満寿を買収し帯江鉱山と称し，その後同28年金掘，31年金才，38年金盛を買収し，合併経営して帯江鉱山の最盛期を現出した。大正2年藤田鉱業がこれを買収し，稼行を続行したが，漸次生産が減少し，大正8年以降休山するに至つた。今次世界大戦の終戦前に金盛鎗を小規模に稼行し，これに砕からの選鉱鉱石を混入して津山と直島に送鉱した。

現在坑道はすべて埋没し，旧坑は明らかにし難い。坂本時代には山元製錬を行ない，その“からみ”と砕の量をみれば往時の盛況が窺知される。

砕の量は終戦時約18万 m^3 あつたといわれたが，その半分は鉄道，道路用等に使用された。

重田鉱山は帯江鉱山西徳芳付近で露頭探鉱が行なわれており，露頭より約10m掘下つて20cm内外の黄銅鉱石英脈にあたつている。現在数人により探鉱が行なわれている。

4. 位置および交通

帯江鉱山は倉敷市中庄，山陽線中庄駅南西約3kmにあつて交通は至便である。

重田鉱山も帯江鉱山の西約3kmにあつて，交通は便利である。

帯江鉱山付近を流れる六間川は帯江鉱山が最盛の頃，鉱石・資材等の運搬用につくられた運河といわれ，現在なお付近の農産物運搬用に使用されている。

5. 地　形

付近の地形は標高100m未満の丘陵性地貌を呈し，この帯江付近の丘陵を取り囲んで六間川が流れている。六間川は海水面と同位の水面をもち，中庄・帯江鉱山付近でも干満により水面の変化がみられる。

* 鉱床部
** 元鉱床部

6. 地　質（第1図参照）

調査地域内の地質は，古生層（砂岩・粘板岩）と，これに底盤状に迸入する黒雲母花崗岩および石英斑岩・玢岩岩脈から構成される。

これらの古生層・花崗岩の分布地域には局部的に砂礫粘土層の堆積がみられる。

6.1 古 生 層

主として粘板岩・砂岩互層からなり，走向 N 60～80° E，傾斜 20～30°N を示すが，部分的には断層等により擾乱されて急傾斜を示すところもみられる。

粘板岩は暗灰～暗褐灰色緻密の岩石で，層理は明瞭である。一般に細粒質砂岩と互層し，帯江鉱山北部の吉田部落付近の徳芳・新屋敷付近では砂岩層に富む部分もみられるが，調査地域全域からみれば一般に粘板岩の優勢な互層からなる。

古生層は南東部の黒雲母花崗岩の周縁部西栗坂付近，早島療養所南，帯江鉱山付近，および倉敷市阿知神社付近においては変成帯を形成し，ホルンフェルス・珪質粘板岩・珪質砂岩等からなつている。

花崗岩は南東部にのみ分布しているが，各変成帯もその下底には花崗岩塊が底盤状に潜在するものと予想され，旧記によれば帯江鉱山の鳥羽金才鏑の下底 −10 番坑道（地表下 228 m）では花崗岩塊に逢着したという。

変成帯の方向は，ほゞ鉱床の走向方向に延びる傾向がみられる。

6.2 黒雲母花崗岩

花崗岩は粗粒～中粒緻密の黒雲母花崗岩である。

金田付近にはやゝ斑状構造を呈するものもみられるが，その分布範囲は狭い。

一般に風化作用をうけ褐色～淡褐色を呈しているところが多いが，東部の鐘場付近では風化が少なく，石材として採石を行なつている丁場が 2，3 みられる。

6.3 石 英 斑 岩

石英斑岩の分布は西部地域に著しく，倉敷市南方向山には岩株状の貫入がみられる。帯江鉱山付近には格子状に多数の岩脈が貫入しているが，その方向は NS 系，EW 系およびこれらの中間の方向を示す岩脈が組合つて格子状を示すものと思われ，帯江鉱山の鉱脈の方向とほぼ同様の傾向を示す。石英斑岩岩脈は鉱脈を切つているので，鉱脈形成後の貫入と考えられるが，その時間的な間隔はあまりないように予想される。このことから，この地域が鉱脈形成前より岩脈の貫入に至るまでの間に，このような裂かを形成する地殻運動が行なわれたものと考えられる。したがつて，この地域から離れると，各区域ごとに EW 系，NS 系あるいはこれらの中間型に属する方向の岩脈が分布し，かつこの発達も弱くなつている。

第 1 図　帯 江 鉱 山 付 近 地 質 図

6.4 玢岩

玢岩は栗坂東にみられるのみでその分布は少ない。

走向 N 40～70°W，傾斜 20～50°N，幅数 m を示すものが 2 条貫入している。

本岩は淡緑～灰緑色緻密の輝緑岩質玢岩岩脈であつて，輝石・角閃石・斜長石の 2～3 mm の斑晶がみられる。一部には石英斑岩岩脈と接し，珪化作用をうけている部分がみられる。

6.5 砂礫層

砂礫粘土層（一部には砂岩質のものがある）からなり，南部花崗岩地域，うち乗越北付近のものは主として花崗岩質砂礫・粘土から構成され，その層厚は 10 m 以上に達する。これらはこの地域の窪地に堆積したもので，各所に小区域の堆積がみられ，呑海寺・塚山付近では厚さ 20～40 cm の黒褐色炭質亜炭層を挟有している。

地質時代は明瞭でないが，新第三系[1](？)に相当するもののようである。

7. 鉱 床

鉱床は主として古生代砂岩・粘板岩層および同変成帯中に胚胎する裂か充塡鉱床で 10 数条の銅石英脈からなり，帯江鉱山では 9 条の鉱脈が現在までに稼行されており，重田鉱山では数条の鉱脈の露頭が発見されている。

鉱脈は NS 系（NS～N 30° W）を示すものが大部分で，一部に EW 系および中間の方向を示すものがあり，その鉱脈の方向は岩脈のそれとほゞ同じである。

鉱脈を胚胎した裂かの生成は帯江鉱山付近が最も優勢で，上記 3 方向の裂か系により構成されるが，徳芳付近では EW 系，NE～SW 系（地層の走向方向とほゞ一致する中間系），栗坂東では NW～SE 系（中間系）が優勢で，帯江鉱山付近を中心として裂か系の発達は弱くなつている。鉱脈・岩脈は古生層の変成帯とは直接深い関係は認められないが，鉱脈は変成帯中に形成されている場合に優勢である。

鉱化作用は変成帯形成後の裂か系に沿つて行なわれ，鉱脈は部分的に岩脈により切られている。

鉱石は黄銅鉱を主とし，少量の方鉛鉱・閃亜鉛鉱・黄鉄鉱・硫砒鉄鉱・磁硫鉄鉱等からなり，石英・方解石・緑泥石等を脈石として伴つている。

鉱脈の上部では自然銅を産したこともあるといわれるが，現在は認められない。

7.1 帯江鉱山

帯江鉱山の鉱脈は主として変成作用を受けた粘板岩・砂岩中に胚胎し，その鉱脈の主要なものを東部より列記すれば第 1 表のとおりである。

仁部鏑の露頭は明瞭でないが，仁部部落から早島に至る道路の峠付近にみられ，ホルンフェルス・珪化粘板岩中に網状の石英細脈が発達し，これに沿つて母岩中に黄銅鉱・黄鉄鉱の鉱染が認められる。露頭の方向は明瞭でないが，ほゞ N 10°W 方向に連続するもののようで，峠では露頭よりの掘下りがあるが埋没している。

東吉田鏑の露頭は明瞭でないが，吉田鏑では珪質砂岩・粘板岩中に NS あるいは EW の方向に発達する石英脈を伴う 10 数 cm の焼けがみられる。立入坑道では

第 1 表

鉱脈	走向	傾斜	走向延長 (m)	傾斜延長 (m)	通幅 (m)	備考
仁部通	N 10° W	70～80°W	600＋	60＋	—	露頭は明瞭でないが，露頭付近には黄銅鉱・磁硫鉄鉱の鉱染がみられる
東吉田鏑	N 20° W	80°W(？)	1,000＋	60＋	—	露頭は明瞭でない
吉田通	N10～20°W	40～70 W	1,000＋	60＋	—	石英細脈と焼けが数 10 cm の幅にみられる
鳥羽金才鏑	北 EW 南 N20°W	50～75 S 75～80°N	1,300＋	240＋	0.2～4.0	露頭付近は褐鉄鉱の焼け多く部分的に孔雀石等の鉱染がみられる（Cu 0.7％）
田中鏑	EW	70° S	10＋	—	1.6	露頭不明
猿曳鏑	N 60° W	50～75° S	450＋	180＋	0.4～2.0	焼けから立坑が開さくされている 焼けの品位 Cu 0.5％
黒崎鏑	N10～20 W	40～60 W	480＋	120＋	0.7 (2.0×4.0)	露頭付近に褐鉄鉱とともに輝銅鉱・孔雀石が僅かにみられる
金盛鏑	NS	70～80°W	120＋	90＋	0.45	露頭の焼けは広範囲に分布する
旧金盛通	NS	40～50 W	120＋	90＋	0.45	〃

優勢な鉱脈に着いていない。

鳥羽金才鏑は帯江鉱山のもつとも優勢な鉱脈で，事務所付近を通る EW 方向の鳥羽鏑と ゴルフ場裏の金才鏑とが一つになつたもので，旧記によればこの両者の間には N 50°E，65°NW の断層の発達が著しく，これによつて断続しながら連続しているという。したがつて，この断層は猿曳鏑東方に続き，猿曳鏑は鳥羽鏑が断層により転移して形成されたものであると称せられる。地表においてはその関係はわからないが，地層の走向，傾斜の変化または擾乱により，ほゞその状況を推察することができるだけである。

また鳥羽金才鏑の中間に貫入する石英斑岩は坑内においても鉱脈を切り，かつこれにより鉱石の変化はないという。

鳥羽坑の立坑東 200 m においては，幅 3 m の輝緑岩質玢岩岩脈が N 65°E，70°W 方向に鉱脈を切つて貫入しているが，やはり坑内においても石英斑岩と同様に鉱脈にはほとんど影響を与えていないようである。

当時鳥羽金才鏑に産した鉱石の品位は次のとおりである。

Ag	22 g/t
Cu	12.50 %
Pb	1.25 〃
Fe	25.50 〃
S	20.00 〃
SiO_3	35.00 〃
CaO	1.20 〃

(分析：山元)

この鳥羽金才鏑は上記の断層により中央部付近では脈勢の変化が著しく，脈幅も 0.2～4.0 m と変化が多くみられたといわれるが，脈幅の平均は 1.0m にも達し，下部は 11 番坑道の底盤の花崗岩塊のみられるところまで採掘を行なつたといわれる。

猿曳鏑は鳥羽金才鏑の西側にある鉱脈で，鳥羽鏑と同様の性質を有し，下部 180 m まで 稼行されたといわれる。

この地域の特徴として露頭品位は劣勢であつても，下部において優勢になる例が多いが，本露頭付近でも焼けは Cu 0.15%で，下部は優勢な鉱脈となり，併中には相当高品位の黄銅鉱塊（菜種鉛）が発見された。

黒崎鏑は一名金掘鏑ともいわれ，鳥羽金才鏑についでもつとも盛んに稼行されたもので，下部 120m まで稼行され，露頭の一部には輝銅鉱・孔雀石の認められるものも分布している。金盛鏑は終戦前まで稼行された鉱脈で記録も新しく，下部 3 番坑まで約 90 m の下底まで稼行されている。

1 番坑道では脈幅 0.25～0.30 m（max 0.36 m），品位 Ag 80 g/t（max 105 g/t），Cu 5 %（max 8 %），2 番坑道では脈幅 0.80m，品位 Ag 50 g/t（max 200 g/t），Cu 3 %（max 6 %），3 番坑道では脈幅 1.0m，品位 Ag 50 g/t（max 150 g/t），Cu 1.5 %（max 4.3 %）となり，品位はやゝ低下するが，脈勢は大となつているといわれる。

本鉱脈は露頭品位が悪く，Cu 0.5 % 以下である。銀品位は銅品位に比例して高くなるような傾向がみられる。

旧金盛鏑も金盛鏑と同様の脈勢を示し，同一脈と予想される。

上記のほか片山部落の水源池西にも旧坑および露頭がみられるが，劣勢で問題にならない。

羽島・北浦部落付近にも旧坑，露頭がみられるが，羽島部落のものは優勢で，粘板岩・ホルンフェルス中に石英細脈が入り，これに伴つて黄銅鉱・磁硫鉄鉱・黄鉄鉱等の鉱染が少量認められる。

吉田小学校裏にも焼けおよび旧坑がみられるが，これは吉田鏑の鏑先に当り，かつ電探の結果も良好なので今後の探鉱が期待される。

7.2 重田鉱山

帯江鉱山東徳芳付近で探鉱の行なわれている鉱山で，鉱脈の露頭は数条あるが，そのうち探鉱の行なわれているのは 1 条である。

露頭部から鉱染帯中を約 10 m 掘下つているが，まだ優勢な鉱脈には当つていない。

立坑下底ではホルンフェルス・粘板岩中に幅数 cm～20 cm で走向 NS の石英脈が数条認められ，そのなかに少量の黄銅鉱が散見される。

母岩中にも黄鉄鉱・磁硫鉄鉱・黄鉄鉱が少量鉱染しているのがみられる。現在はまだ露頭探鉱の域を脱していないので，鉱脈の状況は未詳であるが，この石英脈の延長上に石英脈の露頭が発見されているので，この地域に対する電気探鉱が望ましい。

徳芳南西には，砂岩・粘板岩層（走向 N 50° W，傾斜 10° S）を貫く N 40° W 方向の石英斑岩岩脈がみられ，これに沿つて南側に 0.5～0.7 m の幅に白雲母を伴う石英脈がみられるが，鉱石鉱物は認められない。

米山南溜池ダム西に走向 N 50° W，傾斜 10° W の砂岩・粘板岩層を切つて，走向 N 60° E，傾斜 40° S を示す脈幅 20～30 cm の焼けがみられる。これも鉱石鉱物は認められない。

このほか，徳芳南，砂防の山にも N 70° E～EW，20～40° N の走向傾斜を示す弱変成粘板岩中に N 30° E 方

向に発達する幅 30～50 cm のペグマタイト質石英脈がみられるが，白雲母を少量含むのみで鉱石鉱物は認められない。

この石英脈は断続しながら徳芳東人家裏まで連続しているが，やはり鉱石鉱物らしいものはみられない。

この重田鉱山の鉱脈のうち，ある程度期待できるのは現在探鉱中の鉱脈およびその東稲荷神社付近のもので，後者は母岩の変成度も著しく，部分的に石英脈に伴う黄鉄鉱・磁硫鉄鉱・黄鉄鉱の鉱染が少量認められた。

8. 鉱床と地質構造との関係

この地域の鉱脈を開発するにあたつて，鉱床の生成と地質構造との関係がもつとも注意すべき問題であるが，現在は坑内がほとんどみられないため，その本質を把握することが困難である。しかし地表調査の結果ほゞ次のようなことが考察される。

1) 鉱脈・岩脈の充填する裂かは NS 系を主とし，EW 系およびこれらと 45～60° の角度をもつて斜交する中間系のものがあり，これらは構造線（推定）に近い西部地域に著しい。

2) 裂かは未変成帯と変成帯との漸移部に多く発達する傾向があり，前者では地層の走向方向，すなわち，EW 系または中間系に属するものが多く，後者では NS 系が優勢と思われる。

3) 鉱脈は花崗岩迸入後に形成されたもので，鉱化作用の前後における関係を示せば次のとおりである。

① 花崗岩の迸入
② 変成帯の形成
③ 花崗岩の冷却に伴う裂かの形成，さらにこれらの裂かの生成を助長したと思われる構造運動
④ 鉱脈の形成（鉱化作用）
⑤ ③とほゞ同様の構造運動
⑥ 岩脈の貫入

9. 鉱 石

鉱石は黄銅鉱を主とし，少量の方鉛鉱・閃亜鉛鉱・磁硫鉄鉱・黄鉄鉱・硫砒鉄鉱を含み，常に石英・方解石を脈石として伴う。

上部では黄銅鉱の二次富化により輝銅鉱・藍銅鉱・孔雀石・自然銅が形成されているが，現在はその鉱石は試料として残してあるもの以外はみられない。

砕中にも若干の鉱石が混入しており，昭和 26 年 6 月柵原鉱業所において砕を分析した結果は下記のとおりである。

区域＼品位	Cu (%)	Ag (%)	Pb (%)	Zn (%)	SiO_2 (%)
東 部	0.9	9	Tn	Tn	67.72
中 部	1.2	13	Tn	Tn	65.89
西 部	0.83	10	0.22	Tn	66.86

ペグマタイト質石英脈には少量の灰重石がみられるが，稼行価値はない。

10. 過去の生産額

年 度	粗鉱(瓲)	品位(%)	精鉱(瓲)	品位(%)	製品(瓲)
明治					
42	51,250	Cu 2.0	10,297	Cu 6.5	514
43	47,428		12,110		813
44	42,658		8,816		330
45	31,246		5,724		192
大正					
2	29,358		7,874		249
5			20,199		
6			17,296		
7			8,339		
8			1,007		
昭和					
16	1,300	2.6	704	6.0	
17	2,030	1.9	1,134	4.0	
18	3,448	1.9	2,028	4.0	
19	5,216	1.3	3,792	3.0	
20	1,304	1.3	709	3.7	
21	62	1.5	37	6.5	
22	42	1.5	14	7.0	

備考 従業員 442 名，山元製錬を実施した。
Ag は Cu 1% 当り 25～28 g/t 含有されていたといわれる。

11. 探鉱方針

1) 地質調査の結果から推定した裂か系により，これらの集合部および傾向を確認し，これを適用して露頭探査を行なうことが必要である。

2) 露頭品位は一般に低いが，下部に発展したという帯江鉱床の事例にならい，電気探鉱・化学探鉱を実施することが望ましい。

12. 結 論

地表探鉱の結果，露頭は多く発見されたが，露頭に対する物理化学的な探鉱はほとんど実施されていないので，今後地表探査とともにこれらの方法を併用して探鉱する必要がある。

裂か系より考察すれば，2，3 の鉱脈は帯江鉱山東，徳芳付近，あるいは西部，倉敷市南部に発見される可能性

が考えられる。

また帯江鉱山についても仁部・吉田鋪等の鋪先は探鉱不充分であるから，今後一応注目する必要がある。

(昭和 30 年 2 月調査)

文 献

1) 岡山県：地下資源調査報告書 (1), 1950

553.411:622.19(521.12) : 550.85

岩手県恩徳金山鉱床について

奥海　靖*

1. 緒　言

昭和28年8月10日から6日間，今後の探鉱の指導を目的とし，岩手県上閉伊郡恩徳金山の地表地質概査と坑内地質鉱床調査を実施したので，こゝにその結果を報告する。

なお試料の分析は東北大選鉱製錬研究所竹内教授に依頼したもので，こゝに深謝の意を表する。

2. 鉱　区

登録番号　岩手県採登521号
鉱種名　金・銀
鉱区所在地　岩手県上閉伊郡土渕村
鉱業権者　仙台市大町1丁目97　国分　壮

3. 位置および交通

位置　岩手県上閉伊郡土渕村恩徳遠野駅の北東15 km

交通　釜石線遠野駅より下閉伊郡小国村を経て同郡茂市村に至る県道があつて，国鉄バスが通じ，遠野駅より同バスで約15 km で恩徳部落に達し，それから1.5 km の金堀沢に鉱山事務所がある。

4. 沿　革

鉱山側の資料によれば，本鉱山は往時南部藩により直営稼行された。明治維新以後民間に移り，明治36年より滝信四郎により稼行されて，新たに鶏声沢において新鉱脈を発見し，それまでの採掘坑とともに稼行して，かなりの産金をみたが，大正9年以降は休山した。同27年現鉱業権者の所有となり，同28年7月，従来の試録鉱区を採掘鉱区に切換え現在に至つている。28年4月より7月まで恩徳および朝日坑の取り明けを実施し，引続き探鉱および一部採鉱に従事している。現在貯鉱 20～30 t がある。

5. 地　質

鉱山付近は古生層に属するホルンフエルスからなり，さらに地域の中央を南流する金堀沢よりその西側山地の中腹にかけては混生岩が，また県道に小規模な石英粗面岩岩脈が分布している。

古生層は一般走向南北ないし N 15° W で，50° 西に傾斜している。主として暗灰色ホルンフエルスからなり灰色珪質凝灰岩を挟む。

混生岩は肉眼的に灰白色の細粒～中粒花崗岩質岩石であるが，鏡下に検すれば著しく混生現象がみられ，石英・正長石・斜長石・黒雲母・角閃石，ときに透角閃石のほか，随伴鉱物として榍石・燐灰石・ジルコン石・磁鉄鉱等がみられる。本岩は古生層と花崗岩質岩との混生により生成されたものと考えられる。

6. 鉱　床

鉱床は上記混生岩およびホルンフエルス中の断層または裂かを充塡した含金石英脈で，金堀沢上流の約 200m および 550m地点に恩徳および能満の2鉱床がある。

6.1 恩徳鉱床

本鉱床は混生岩中に胚胎する石英脈で，走向はほゞ N 45° W で，南西あるいは北東に 70～90° 傾斜し，最大幅 2.5 m で局部的に分岐する部分を除いては1本の鉱脈である。これに交差する脈として恩徳坑口付近に走向 N 60～70° E で，80° 北に傾斜し，幅 0.2～0.3 m のものが1本みられる。恩徳坑は露頭の下部に開口し，1号坑の地並では北西に約 28 m 鏈押し，その中間において4 m切上り約8 m 鏈押した。その南東側は旧坑口であるが現在は崩壊している。1号坑の4 m下部には2号坑道があり，恩徳坑口直下より北西および南東にそれぞれ約 55 m 鏈押している。

朝日坑は恩徳坑口の下部約26 m に開口し，坑口より約80 m で同一脈の下部に着脈し，それより北西および南東にそれぞれ約15 m 鏈押している。

鏈幅は恩徳坑口付近では 0.65 m，1号坑引立では 0.2 m，2号坑の南東引立では 0.15～0.2 m，また北西引立では 0.05 m および 0.08 m の2本に分岐し，いずれも狭くなつている。朝日坑の南東引立ではなお幅 0.5 m であるが，北西引立では天盤に幅 0.03 m あるにすぎない。鉱脈は2号坑の掘下り付近に硫化鉱がみられるほかはほとんど白色緻密質石英からなる。母岩の変質は珪化・緑泥石化作用のほかは著しくない。

含金・銀品位は今回の調査による試料では数カ所を除

* 仙台駐在員事務所

いて一般に低い。恩徳1号坑において坑口より約1m付近で Au 30.3 g/t, 2号坑において Au 50.2 g/t, この付近で Au 5～6 g/t を示す。 2号坑北西引立で鉱脈が2本に分岐する南西側の細脈（0.05 m）は Au 46.7 g/t, Ag 5.7 g/t, 南東引立において Au 17.7 g/t, Ag 1.0 g/t, 朝日坑南東引立において Au 4.6 g/t, Ag 1.7 g/t を示すが, そのほかは 2 g/t ないし痕跡である。恩徳坑口付近の交差脈も品位は金・銀とも痕跡である。

6.2 能満鉱床

本鉱床では露頭がみられずたゞ古く採掘されて崩壊, 陥没したと思われる凹地があるだけである。すなわち権現坑は崩壊した坑口より N 40° W に約 20 m, 大勝坑は西北西約 30 m の地点に開口し, N 60° W に約 10 m にわたり凹地をなし, さらに権現坑の北大勝坑の東において, N 60° E の方向に約 15 m にわたり凹地を呈している。

その後この下部に東方より能満坑が約 100 m 掘進された。こゝでは坑口より約 30 m の間は混生岩であり, それより奥は漸次黒灰色の珪化したホルンフェルスに移つている。裂かには種々の方向のものがみられる。30m付近に延長方向南北で, 西に 75° 傾斜し, 長さは 1.2m, 最大幅 4 cm のレンズ状のものと, 引立で上方に尖滅する延長方向 N 40° Eで, 80° 西に傾斜する幅 3 cm の石英脈をみるにすぎない。

以上のことから凹地をなす旧坑はいずれも鏈押か立入か不明であるが, 恩徳鉱床の主脈の方向から推察すれば, 権現坑および大勝坑は鏈押坑道ではなかつたかと思われる。もしそうだとすれば能満坑は権現坑の鏈先をすでにすぎていると思われる。したがつてしいて想定される位置に裂かを求めれば N 30° W で 62° 西に傾斜するものである。

7. 稼行状況

昭和 28 年 4 月から 7 月まで, 恩徳および朝日坑の取り明けに従事, 現在は恩徳2号坑堀下りの位置に切上るべく, 朝日坑北西鏈押を実施中である。また恩徳2号坑の高品位部分も採鉱中である。坑外では朝日坑口より捲鉱機据付位置まで斜距離約 260 m の簡易索道が架設完成されている。

8. 結 言

1. 恩徳鉱床について

現在のところ, 稼行の対象として考えられる部分は, 2号坑下部で掘下りの位置より南東に約 20 m 付近までであるが, 朝日坑ではきわめて低品位であり, その範囲は限定される。

なお鉱脈の走向方向のうち, 1号坑引立は品位および鏈幅より期待しえず, また2号坑北西引立も品位および鏈幅より期待しえない。2号坑南東引立は品位鏈幅ともに一応鏈押探鉱の必要がある。朝日坑南東引立は低品位ではあるが, 脈幅が 0.5 m あるので, なお探鉱の必要が認められる。

2. 能満鉱床について

本鉱床の今後の探鉱方針としてはまずさきに探鉱された主脈を確認することと, ついで地表が陥没凹地をなす旧坑を取り明けて, 鉱脈の状況をみることである。つぎに主脈が確認されたならば能満坑を利用し, これより切上りを行なうべきものと考える。旧坑の状況より, 古く恩徳金山として稼行されたものは, 本鉱床と想像されるので一応の探鉱価値は認められる。

（昭和28年 8 月調査）

553.435(521.15)：550.85

山形県不平鉱山・東宝鉱山付近の地質・鉱床

奥海　靖*　高橋　兵一*

1. 緒　言

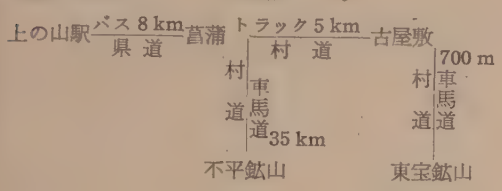
筆者らは昭和28年9月9日から10日間不平・東宝両鉱山付近の，主として銅鉱床の調査を実施したので，ここにその結果を報告する。

両鉱山とも終戦以来ほとんど休山していて，稼行当時の資料にも乏しく，富鉱部はほとんど採掘済であり，坑道の崩落等で入坑不能な部分が多い。

2. 位置および交通

調査地域は山形市南村山郡東村大字古屋敷および萱平にまたがつている。

各鉱山に至るには，次の径路による。



3. 地形および地質

調査地域は宮川の上流萱平川の南側にあたり，その南東隅に番城山(1,323.0 m)，南西隅に不平山（1,006.6m)が聳立する。

付近の地質は基盤をなす花崗閃緑岩とこれを覆う第三系緑色凝灰岩層ならびに石英粗面岩岩脈からなる。

緑色凝灰岩層は大部分緑色の凝灰岩からなるが，ところにより頁岩・礫質凝灰岩あるいは安山岩質凝灰角礫岩の部分もあり，また変朽安山岩流を挟むこともある。

4. 鉱山各論

4.1 不平鉱山

鉱区および鉱業権者

鉱区番号　山形県採登104号，118号
鉱種名　金・銀・銅・鉛・亜鉛
鉱区所在地　山形県南村山郡東村字久保川
鉱業権者　鎌倉市扇谷 121　金窪安三

沿革および現況

明治末期より，大正初期にわたり6～7年間アルホーズ石鹸会社により稼行され，その頃一時現場において製錬を行なつたという記録があり，その後鈴木梅広が「パンセイ鉱山」と改名し，開発に努めたが坑外設備に資金を消費して休山，昭和15年現権者が買収し，同18年頃もつとも盛んに出鉱をみ日産精鉱へ5tを出したという。終戦後は休山している。

鉱床

本鉱床は現在みられる坑道では，花崗閃緑岩中に胚胎し，本鏑，副鏑と称された2条が知られている。

本鏑は走向 N 50～60° E，傾斜 60° S で黄銅鉱を主とし，黄鉄鉱・方鉛鉱・閃亜鉛鉱等を伴う石英脈である。坑道は下部から大切坑，1番坑・2番坑・3番坑・本坑・二俣坑が知られているが，現在入坑可能な坑道は1番坑およびその中段と2番坑の一部である。

1番坑は粘土脈を掘進し約120 m の箇所で2 cm 弱のビリ鏑に逢い，さらに約65 m 位で本鏑に逢着し約60m 鏑押しており，鉱況は掘上り手前がやゝ良好，その先はほとんど脈石だけの部分が多く，引立は断層により切られている。

中段では左鏑押が鉱況良好であるが，その引立は断層で切られ，鏑先は不明である。

2番坑は掘上り地点付近がみられるにすぎないが，これより上部はすべて採掘済と思われる。

1番坑と2番坑地並間に若干の未採掘鉱量が見込まれる。

副鏑は2番坑より上部のみでみられ，本鏑の上盤より分岐した部分が観察される。概して走向 N 60° W，傾斜 70～80° S，脈幅1 m の黄銅鉱を含む鉱脈である。案内人の話では品位もよく，当時盛んに稼行されたという。分析結果は次のとおりである。

番　号	F.1	F.2	F.3	F.4	F.5	F.6	F.7	F.8
Cu (%)	0.19	16.20	8.0	5.89	8.04	6.90	7.15	5.44

4.2 東宝鉱山

鉱区および鉱業権者

鉱区番号　山形県試登 7,062号，8,651号
鉱種名　金・銀・銅・鉛・亜鉛
鉱区所在地　山形県南村山郡東村大字久保川および萱平
鉱業権者　東京都大田区馬込町 2の903　檀上登

沿革および現況

* 仙台駐在員事務所

昭和15年5月福島県の菅野議により稼行され，露頭下部より立入を切り30 m で着鉱した。当時鋪幅約 0.5 m で Cu 品位 8％ の鉱石を採鉱し，日立鉱山に売鉱したといわれる。同16年12月阿部倉治がこれを譲り受け同18年から稼行し終戦とともに休山した。その後同 22 年再開されたが同 23 年に休山し，同 26 年現権者に譲渡され，若干採鉱された。

阿部倉治開発当時の生産は第1表のとおりである。

第 1 表　阿 部 倉 治 開 発 当 時

年別	鉱種	粗鉱量 (t)	品位 Cu	品位 Pb	品位 Zn	精鉱量 (t)	品位 Cu	品位 Pb	品位 Zn
昭 18 年	Cu, Pb, Zn	720				240	6	5	15
19 〃	〃	1,170				360	6.5	6.5	18
20 〃 8 月まで	〃	980				280	7	7	18
22 〃 5 月まで	〃	480	2.23	7	10	96	10	9	20
23 〃 8 月まで	〃	320	〃	〃	〃	64	10	9	20

その後現権者に移つてからは2年6カ月間に粗鉱 160(t) を出鉱した。

鉱　床

本鉱山の鉱床は緑色凝灰岩中の裂か充塡鉱床で，一般走向 N 80° W，傾斜平均 60° S，脈幅平均 50 cm である。鉱石鉱物は，黄銅鉱・方鉛鉱・閃亜鉛鉱・鉄鉱で脈石は石英である。

坑道は下部から大切坑・3番坑・2番坑・1番坑の各坑道が知られているが，現在みられるのは3番坑とその 2 m上の中段の一部である。3番坑の西押坑道では鉱脈は断層で切られ，東押坑道でも充塡されて不明であるが断層で切られているようである。現在みられるところでは中段に鉱脈がわずかにみられるのみで，その他はほとんど採掘済と思われる。

鉱石の分析結果は次のとおりである。

番号	T. 1	T. 2	T. 3	T. 4	T. 5	T. 6	T. 7	T. 8
Cu (%)	5.32	2.59	1.58	3.99	1.84	3.23	1.14	2.53

4.3　その他の旧坑内の鉱床

花崗閃緑岩中の低品位の黄銅鉱・黄鉄鉱・石英脈で，走向 N 40～50° E，傾斜 70° E，脈幅平均 40° cm である。走向延長約 10 m で断層で切られ，その先はまつたく粘土脈となつている。

花崗閃緑岩中の黄銅鉱・黄鉄鉱・石英脈で坑道は走向 N 40 E の鉱脈を約 20 m 鏈押し，さらに坑口より 9 m の地点から走向 N 25° W に交わる鉱脈を約 5 m 鏈押している。

黄銅鉱はきわめて少量で局部的にみられるにすぎない。

探鉱坑道は坑口をつけた程度で鉱脈は花崗閃緑岩中にあり，走向 N 40° E，傾斜 70° E でわずかに黄鉄鉱を伴う脈幅約 20 cm の石英脈である。

花崗閃緑岩と緑色凝灰岩との間の境の断層裂かを充塡した石英脈で，鉱石鉱物はほとんどみられない。

5. 結　語

本地域の鉱床群は，花崗閃緑岩とこれを不整合に覆う第三系緑色凝灰岩層との両者に胚胎するが，鉱況は後者において良好である。

1. 不平鉱山について

2番坑より上部はほとんど採掘済である。観察される引立は，1番坑および中段のみに限られるがいずれも断層で切られ，鉱況も1番坑地並では大部劣勢となるので，走向延長および下部への探鉱は期待が薄い。

今後の探鉱は1番坑と2番坑地並間の富鉱部に限られる。

2. 東宝鉱山について

現在みられるのは3番坑のみであるが，その上部はほとんど採掘されたようである。中段では含銅見込品位 2～3％位のものがみられ，3番坑地並では鉛および亜鉛の品位がやゝ高いが大切坑でまつたく脈石だけとなるといわれ，東西両引立は断層によつて切られている。以上の状況から察して将来への期待は薄い。

3. 旧坑内の鉱床について

1, 2, 3, 4 いずれも低品位で今後の探鉱でも期待できないであろう。

(昭和28年9月調査)

553.431.44：622.19(521.82)：550.837：550.85

島根県片江鉱山の銅・鉛・亜鉛鉱床

清島 信之*　山田 正春**

1. 緒　言

島根半島西部には従来から黒鉱産地として，鰐渕・鵜峠・垂水などとともに今回調査を行なつた片江鉱山（旧称島根鉱山）などが知られており，すでに既知鉱床については大部分が採掘済で，目下黒鉱鉱床に随伴する石膏が鰐渕・鵜峠両鉱山により稼行されている現状である。

片江鉱山もすでに主要鉱体は掘り尽されているが，昭和28年1月実施した島根県工業試験所による電気探査結果により，なお一部鉱床賦存の期待が得られ，これによりかねて地元県側の要望もあつたので，昭和31年7月現地調査を行ない，本鉱体の開発，探鉱方針に関する検討を行なつた。

2. 位置および交通

当鉱山は八束郡美保関町（旧片江村）大字片江小字沖藤にある。

島根半島の北側，片江湾に臨み，松江市より美保関町七類に通ずるバスを利用し，約50分で片江に至る。片江より鉱山現場の沖藤湾までの約2kmは，小径を辿るが運搬は海路が便利である。

3. 沿革および現況

当鉱山の発見の歴史は古く，明治25年頃にかゝり，当時沖藤鉱山と称して石見の星野某が稼行し，鉱石は佐渡金山に売鉱した。最盛期には鉱夫300人余を有したといわれる。

明治32年頃は八束郡本庄村大字野原の岩本彰義ほか1名により稼行された。当時の沖藤坑はすでに坑道延長は65m余に及び磯藤立坑も15mの深さに達していた。その後断続して稼行され，鉱石は岡山県小串および水島製錬所などに送られた。昭和12年京都市の井上誠一が鉱業権を得，第二次大戦中採掘し，昭和18年西村覚に譲渡，さらに現鉱業権者に移り，残鉱掘りが行なわれたが，出鉱の減少とともに目下休山中である。

鉱区番号　島根県採登　66号
登録鉱種名　金・銀・銅・鉛・亜鉛・重晶石
鉱業権者　東京都千代田区神田錦町1丁目6
株式会社　十　電　舎

* 広島駐在員事務所，四国駐在員事務所
** 鉱床部

4. 地形および地質

片江部落から北方に突出し，大崎鼻に至る南北の小半島は標高最高100m余にすぎない低い山地であるが，直ちに海岸に迫り激しい波浪に洗われて断崖をなす所が多く，火山岩類は小岬として尖出し，堆積岩（第三紀層，とくに黒色頁岩層）は浸食されて湾入部を形成するなど，地形は地質的特徴を表わしている。

地質は第三紀層とこれを貫く石英粗面岩・安山岩等からなる。

第三紀層は下位から黒色頁岩・角礫凝灰岩および砂質凝灰岩層からなり，一般走向は40～50°E，傾斜は20～40°Nを示す。

黒色頁岩は暗黒色凝灰質のもので，石英粗面岩・安山岩の貫入を受けた付近は珪化されて堅緻となる。層理はきわめて明瞭で，所により層灰岩（層厚最大10m）を挟む。片江港東側で安山岩と接する付近では地層は著しく擾乱され，走向EWないしN40°E，40～70°Nに急斜し，石英細脈が網状になる。なお沖藤坑の後背地斜面からは *Propeamussium tateiwai* を多産する。

角礫凝灰岩は径3～5cmがもつとも多い石英粗面岩の角礫からなり，これに淡灰色堅硬で熔流構造を示す石英粗面岩熔流を挟む。木下亀城は本岩は後期貫入の石英粗面岩であると報じているが，筆者らは前記熔流のほかに貫入岩をも含むものとして一括した。

砂質凝灰岩は，淡緑色堅硬で，走向N50～65°E，傾斜は約25°Nで明瞭な層理を示し，よく陶汰された石英粗面岩の風化円粒～円礫からなる。

前記角礫凝灰岩とは整合関係にある。当地区の火成岩としては，石英粗面岩および安山岩がある。石英粗面岩は前記角礫凝灰岩に包括した貫入岩であり，木下亀城の報告にある黒色頁岩と角礫凝灰岩との間に現われるものは，外観角礫凝灰岩に類似している。

安山岩は黒色頁岩あるいは砂質凝灰岩を貫くか，または地層の層理に沿つて貫入し，ところにより美しい柱状節理を有する。岩質は堅硬であるが，有色鉱物は緑泥石に変じ，ときに斑晶を欠き輝緑岩様の外観を呈する。石英粗面岩との前後関係は明らかでないが，石英粗面岩を包括する角礫凝灰岩中には安山岩の角礫を捕捉することにより，安山岩の噴出は2回あるいはそれ以上にわたつ

たものであろうか。

5. 鉱　床

鉱床は黒色頁岩と角礫凝灰岩との境界部近くに胚胎するもののようであるが，坑内採掘跡はまつたく埋没あるいは湛水し，観察することができなかつた。よつて本調査には既往の調査資料を参考とし，さらに当時の採掘従事者の言葉を加えて推察した。

鉱床は交代鉱床に属し，黒色頁岩中のいわゆる黒鉱鉱床である。主として沖藤坑と磯藤坑とによつて採掘が行なわれたが，鉱塊は扁桃状をなし，その規模は小は拳大から大は数 1,000 t に達した由である。鉱塊は走向 N 40～50°E，傾斜 30～40°Nで，地層の層理に近く配列するもののようである。島根半島の西部と中部における黒鉱鉱床と類似し，特徴として鉱塊は外郭に常に白色粘土を介在し，さらにその外側にはきわめて堅緻な珪化帯がある。鉱床上部の珪化帯の上盤は，含礫凝灰岩（石英粗面岩の場合もある）に接する。珪化帯は厚さ 3～5 m に達するが，その厚さが大きいほど鉱塊は大きくなる傾向がある。

当地区では鉱塊の下盤では白色粘土を欠く場合が多いが，この場合には変質度の小さい黒色頁岩に直接する。

6. 鉱石の品位

鉱石はいわゆる黒鉱で，方鉛鉱・閃亜鉛鉱・黄銅鉱を主とし，脈石として少量の石英・方解石・石膏を伴う。現在みられる鉱石は，坑外貯鉱場跡に放棄されている含銅品位の低いものであるから，したがつて参考までに当時の分析資料を掲げた。

資料 ＼ 成分	平林* 沖藤坑	平林* 磯藤坑	鉱山保管
金	tr.	tr.	
銀 (g/t)	266	412	
銅 (%)	2.2	0.54	3～4
鉛 (%)			8
亜鉛 (%)			20

* 島根県地下資源概査報告書

7. 結　論

鉱床は鰐渕・鵜峠・垂水の諸鉱山と同様に御坂層の一員である黒色頁岩と，これを貫く石英粗面岩との境界部近くに胚胎する黒鉱鉱床である。鉱塊は拳大より数 1,000 t に達するものがあるが，概して扁桃状をなして地層の層理に近く，N 40～50°E に配列する。すでに鉱床の主要部は採掘し尽されているが，探鉱上重要な指針を与える鉱床天盤の珪化鉱が沖藤坑北部の波打際に露頭すること，県工業試験所の電気探査結果もこの露頭より東方の山地斜面にかけて，かなり著しい電位異常を示していること等から，この地区にはなお地下浅所に小規模ながら鉱床の潜在を期待しうるものと考えられる。

鉱石品位が比較的高いこと，運搬の便利が良いことなどからみれば，鉱床は小規模であるが稼行条件に恵まれているので，今後指示箇所にボーリング作業を実施し，鉱量を確保することが望ましい。

（昭和 31 年 7 月調査）

553.661.2 : 622.19(522.5) : 550.85

熊本県小国鉱山硫化鉄鉱の概報

稲井　信雄*

1. 緒　言

久しく休止されていた熊本県小国鉱山は，現在硫化鉄鉱を目的として採掘され月 200～300 t の精鉱を生産している。今回熊本県の要望によつてこれを概査したのでその概況を報告する。調査にあたつては熊本県商工課・小国鉱山市原氏から種々便宜を供与された。こゝに深く謝意を表する。

2. 位置および交通

小国鉱山は熊本県阿蘇郡小国町字奴留湯の南東，約4 km，涌蓋山西方山麓にある。鉱山に至るには久大線森駅から宮原線奴留湯で下車，東南山川部落を経て山元に至る。

鉱石の搬出には選鉱場から1 km の索道があり，索道の終点から奴留湯駅まで約3 km は三輪車による。

3. 沿革および現況

本鉱山は古くから知られ，大東亜戦初期頃まで別子鉱山の経営によつて探鉱された。当時の試錐資料は消失し，大部分の坑道も坑口の一部を残すにすぎない。昭和30年6月現権者らは新坑を開坑し，同年 11 月には早くも一部売鉱の実績を示すに至つた。現在までの出鉱は全部探鉱坑道から搬出されるもので，まだ本格的な採掘はしていない。手選によつて選別された鉱石の出荷は次のとおりである。

	鉱　量 (t)	Sの品位
30 年 11 月	54.029	42.46
12 月	272.890	41.58
31 年 1 月	193.973	40.64
2 月	251.346	43.61

鉱区は採登 216 号で，鉱種名は硫化鉄，鉱業権者は島西力蔵，他2名である。

現在職員4名で，坑内外夫 37 名，坑内外婦2名が稼働している。

4. 地形および地質

当地区は，熊本・大分県境の涌蓋山（1,499.5m）の西山麓にあたり，海抜 700～800 m で付近は緩やかな起伏のある高原性の地形をなしている。付近を流れる川は西流して北里川となり，やがて杖立川に合流する。地質は涌蓋山系を構成する両輝石角閃石安山岩類がおもで，角礫岩・凝灰岩を伴う。これは洪積世の九重火山活動期に属するものといわれている。両輝石角閃石安山岩には，角閃石の 1 cm 以上にも達する結晶がみられる。硫化鉄鉱床付近の母岩は粘土化している。

5. 鉱　床

鉱床は両輝石角閃石安山岩の裂かに沿つて生成された硫化鉄鉱床で，硫化鉄鉱は主として白鉄鉱からなる。鉱床周辺の母岩は，硫気ガスその他の影響によつて粘土化・蛋白石化作用および漂白作用を受け，さらに硫化鉄によつて鉱染されている。旧別子鉱山経営の頃，旧2坑・旧4坑で探鉱され，鉱体の規模は約8万 t と推定された。昭和 30 年6月旧坑の下部約7 m に新1坑を開坑し水平坑道により探鉱し，旧坑準より下部で鉱床が肥大していることを確かめることができた。よつて現坑道準より下部 10 m を採掘可能とみて約 10 万 t の鉱量が計算される。1カ月 500 t 計画を立てその準備をすすめている。白鉄鉱の品位は旧資料によれば，S＝38.28％，Fe＝32.95％であるが新坑準からの鉱石品位もほとんど変わりがない。

6. 探鉱方針

以上のとおり鉱体は 10 万 t 程度のもので，小規模資本の企業には適当と考える。涌蓋山山麓には，未探鉱の区域があるので，粘土化作用・蛋白石化作用・硫化鉄鉱化作用の認められる露頭付近に対しては，さらに探鉱の余地があろう。

7. 結　論

1) 小国鉱山は熊本・大分県境にある涌蓋山麓にあり宮原線奴留湯駅の南東方約4 km にある。

2) 付近を構成する岩類は，九重火山活動期に属する両輝石角閃石安山岩類がおもなもので，鉱床はこの裂かに沿い交代している硫化鉄鉱床である。

3) 旧別子鉱山経営時代かなり探鉱した実績があるが未採掘のまゝ残され，現在は約 10 万 t の鉱体の埋蔵が

* 福岡駐在員事務所

計算される。

4) 鉱石は緻密で，かつ均質である。

5) この地区には未探鉱の地域がまだ残されているので，粘土化作用・蛋白石化作用・硫化鉄鉱化作用の認められる部分に対してはなお探鉱の余地があるものと考えられる。

文 献

1) 木下亀城：火山滲出鉱床における硫化鉄鉱と硫黄との共生について，九州大学理学部研究報告，Vol. 3, No. 2

2) 大分県：10 万分の 1 大分県久住・祖母・傾地区地質図，昭和 29 年度総合開発調査

3) 大分県：20 万分の 1 大分県地質図

553.661.2(521.82) : 550.85

島根県美濃郡・那賀郡地域の磁硫鉄鉱床

高 島 清

要 旨

未利用鉄資源開発調査の一環として那賀郡井野黒沢村・美濃郡都茂村・および益田市南方の地域にわたり，主として磁硫鉄鉱の賦存状況調査を実施した。

地質は 3 地域ともいずれも砂岩・粘板岩・珪岩・千枚岩・チャートおよびホルンフェルス等を主とする古生層と，これらを貫く花崗岩・花崗斑岩・石英斑岩・石英粗面岩・閃緑岩・輝緑岩・斑糲岩等からなる。

鉱床は井野黒沢地域では，輝緑岩質岩脈が古生層中に貫入することにより形成された高温性接触交代鉱床で，これらの上部はいずれも褐鉄鉱床として採掘済みである。下部には磁硫鉄鉱に富む硫化帯の存在が確認されているので，今後はその探鉱が要望される。

都茂地域では，都茂・島根の両鉱床があり，いずれも古生層層理面あるいは断層等の弱線に沿つて発達した高温性接触交代鉱床で，その規模は大きく，丸山鉱床では山神坑の北方官山坑，南方千人間歩坑まで約 1 km の延長を有する範囲に一連の露頭，旧坑がみられる。益田市南方地域についても，益田・山己両鉱山を中心として鉱脈型および接触交代型の鉱床が広範囲に分布し，都茂鉱床郡の外郭として重要な磁硫鉄鉱資源地域となつている。

(昭和 29 年 11 月調査)

資　料

553.2：441.49：546.3

火成源鉱床生成に関するある種の問題について*

L. N. Ovchinnikof
小西　善治訳

火成溶融液中で発生する諸現象

内成鉱床の構成物質（鉱石）の origin に関する問題については，現在さまざまな見解があるにもかゝわらず，大多数の学者の間では，この源泉をマグマ溜とみる正しい考え方が抱き続けられている。このマグマ溜は，固有の火成鉱床ばかりでなく，さまざまな火山活動とさまざまな貫入生成物を伴ういわゆる後火山活動鉱床の広範なグループの生成に関連性をもつている。

ウラルの火成源鉱床群の地質学的観察，特殊の人工鉱床実験および冶金工程にみられる一定の物理・化学的規則性によれば，火成源鉱床生成問題と，鉱床の生成を制御するある種の要因に関して，ある種の考え方を述べることが可能である。

母媒質の範囲外に局在化される鉱床生成の複雑な過程は，3階梯に分けられる。（1） 火成溶融液中で発生する現象，（2） 天盤岩石中で発生する現象，マグマから分離する造鉱石流体の運動を制約，条件付ける，（3） 鉱石の沈殿位置の諸現象である。

第1階梯の現象をとりあげる本論文では，火成源造鉱石過程に対して，僅かばかりかまたは全然考えに入れられていない要因の及ぼす影響を明らかにするとともに，現在主張されている諸仮設によつて，このような影響から誘導される現象の合法則性を明らかにしよう。

溶融液中における化学元素の存在形式

火成溶融液，すなわちマグマとは，物質の与えられた状態に固有なあらゆる性質をもつ流体で代表される。きわめて異なる諸性質の反映がみいだされる原子の結合特性によれば，あらゆる流体は，3種の極端な型に分類される。すなわち分子型・イオン型および電子型である。分子流体とは，単純な分子，例えばベンゾルかあるいは会合分子――水または珪酸溶融液 ―からなり，きわめて低い電気伝導率をもつている。イオン型流体とは，易動性イオンから形成され，大きなイオン伝導で特色付けられる。すなわちイオン流体とは，いわゆる電気伝導体で代表される。イオン流体の典型的なものは，アルカリ金属のハロゲン化合物のような塩溶融液である。電子流体は，溶融金属，ある種の硫化物等があげられる。このような流体は，特殊な構造― 一定のイオンと“電子ガス”と組合されている――のために，大きな電気伝導率をもつている。

この流体の3型は，それ自体模式的な場合であつて，純粋な型ではほとんど出会しない。実在の流体は，常に異なる流体型の要素を含み，普通そのなかの1型が著しく卓越する流体である。

マグマは大体において，珪酸塩溶融液である。現在，溶融珪酸塩の構造については，イオン型の考え方が一般に認められている。例えば O. K. Botvinkin は，“きわめて複雑な構造で識別される珪酸塩溶融液は，イオン電気伝導流体群に入れられる。……この溶融液ではイオン構造が卓越していることが確かに考えられる”。また溶融液は電解質とみなされている。流体はまた固体珪酸塩と同様なイオン構造をもつている。例えばイオン結合をもち化合物の組成中に入る元素は，イオン形態でこの種化合物の任意の状態を形成するからである。

最近では，マグマ溶融液のイオン構造についても疑いを挟む余地がないようである。すでに

* Л. Н. Овчинников：Некоторые вопросы магматогенного рудообразования, Известия академии наук СССР, Серия геологическая, No. 4, p. 22～39, 1959

1933 年には，K. N. Fenner は“部分的にも疑問の余地のないマグマの構成要素は，イオン化されているから，マグマは電解質と考えることが可能である。という仮設を述べた。Bart は溶融液におけるイオンの解離度は，強電解質の水溶液におけるイオンの解離度と比較されると考え，この問題をさらに詳細に掘り下げている。V. V. Sherbina は，マグマ溶融液中における化学的元素の存在形態に関する問題をとくに検討し，この種の表象に有益な多くの補足的結論を誘導している。

イオン構造をもつマグマ溶融液は，Na^+，K^+，Ca^{2+}，Mg^{2+}，Fe^{2+} およびその他イオンのような典型的な陽イオンを含む。この種陽イオンはきわめて易動性であつて，一定の状態を取らない。陰イオンは，主として珪酸の四面体の形成に役立つ。この種四面体は晶質珪酸塩と類似構造形成をするが，不規則な一次元，二次元，三次元結合をなす。アルミニウム，チタニウムおよびその他の元素が存在する場合には，$[AlSi_3O_8]^-$，$[AlSiO_4]^-$，$[TiSi_4O_{12}]^{4-}$ またはその他の型の一層複雑な錯陰イオンを形成する。人工珪酸塩溶融液の領域では，とくに，Esin, Lepinskikh は起電力方法を利用して液状（冶金）スラグ中に珪酸陰イオン $[SiO_4]^{4-}$，$[SiO_3]_n^{2-}$，$[SiO_2O_3]_m^{2-}$，アルミノ酸素陰イオン $[Al_3O_7]^{5-}$，アルミノ珪酸陰イオン $[Al_2SiO_7]^4$，チタン酸素陰イオン $[TiO_4]^{4-}$，$[TiO_3]_n^{2-}$ が存在することを実験的に確証している。しかしこのような溶融液陽イオンと陰イオンとに分けることの単純な分類は，溶融液の複雑な内部構造を反映していない。したがつて現在では，この種の分類は，第一次の近似的方法としてのみとられている。

流体の内部構造には 2，3 の学説がある。例えば準晶質状態仮説，この仮説によれば，流体構造は，気体と晶質状態との中間状態であるが，一層晶質状態に近い（部分的に規則的な）イオン系で代表される。他の学説は分子仮説である。この仮説はほとんど完全に捨てられているが，この説によると流体中に存在するイオンは，電気解離現象が起こる場合にのみ現われる。最後に Frenkel は，流体の孔状構造学説を提唱した。この学説によれば，流体は動連続的に発生し，崩壊する無数の粒子群からなり，連続性の無数の孔をもつている。

現在では，ますます多くの研究者は，一層複雑な細胞群仮説，Cybotactic 説を支持している。この Cybotactic 説によれば，流体の多くの物理・化学的特性および組成と温度とによる特性変化の合目的性が解明される。この仮説を珪酸塩溶融液に適用し，発展させた Esin によれば，流体の規則的構造は，粒子に近い範囲に限らないで，さらに著しく広範囲に拡大する。流体中では，多かれ少なかれ複雑な Cybotactic 群が発生し，消滅する。Cybotactic 群の内部構造は，結晶構造に近いが，外部構造では規則性の度合が低い。このように流体一般，とくにさまざまな溶融液は Cybotactic 群に崩壊し，一定の微不均質体で特徴付けられる。この特性こそは，われわれの研究対象である地質現象のきわめて重要な要因となる。

主要 Cybotactic 群は，温度および溶融液の組成が変わると，さまざまな錯雑化と細分化とを伴うイオンおよび錯塩になる。Esin は，溶融液のイオンのグループ化の 2 つの極端な場合を明らかにしている。第一の場合は，イオンの相互作用に基づくエネルギ差がきわめて僅かであつて，他の符号粒子の周辺の符号粒子の分布状態が，純粋な統計的性質を帯びる場合である。この種の溶液——いわゆる完全溶液——理論は M. Temkin が，述べている。他の場合——反対——は，1 イオン対の相互作用エネルギが，他の残余のエネルギを著しく超えている場合である。このような粒子は，しばしば相互に近接して存在するが，他の弱イオンは固有のグループを形成することを余儀なくさせる。このようにして，溶融液の均一性はさまざまな組成のグループ形成によつて乱される。溶融液は，微不均質体となり，そのうえ“1 溶融液グループから他の溶融液グループへの連続的移行は，各溶融液中における粒子数が相当多数の場合にのみ可能となる”。Esin は，このような電解質型を特殊のクラスに分類することを提議した。多くの場合きわめて明らかな微不均質性は電解質の挙動と性質とを決定するからである。溶融化珪酸塩は主に，微不均質電解質クラスの標式的な代表者である。

Esin は，珪酸塩溶融液のきわめて明白な微不均質性を明らかにし，とくに溶融液の積層

(凝離) 表面張力，酸化物の活性度，電気伝導度，粘性度および温度相関関係に入れられる諸性質の合法則性を系統付けている。この種諸性質を特徴付けている実験データは，溶融液の微不均質性の可能性を裏付け，Esin の提唱した (溶融液) 構造のきわめて信頼度の高いモデルとなつている。

Cybotactic グループ学説によると，例えばマグネシウムの溶融オルト珪酸塩は，次の式により完全に解離されるものとみなすことができない。

$$Mg_2SiO_4 \rightleftarrows 2\,Mg^{2+}+SiO_4^{4-}$$

イオン格子をもつ MgO は，溶融液中ではすべて分解される。

$$MgO \longrightarrow Mg^{2+}+O^{2-}$$

しかし酸素陰イオンのみは，しばしば複雑な SiO_2 錯塩と結合し，完全に破壊されて，単純な SiO_4^{4-} にならないが，例えば，次のような易動性平衡系列を形成する。

$$Si_2O_7^{6-}+O^{2-} \rightleftarrows 2\,SiO_4^{4-},\quad 3\,Si_2O_7^{6-}+3\,O^{2-} \rightleftarrows 2\,Si_3O_9^{6-},$$
$$(SiO_3^{2-})_{2n}+nO^{2-} \rightleftarrows n\,Si_2O_7^{6-},\quad n\,SiO_2+nO^{2-} \rightleftarrows (SiO_3^{2-})_n,$$
$$2n\,SiO_2+n\,O^{2-} \rightleftarrows (Si_2O_5^{2-})_n$$

他の場合には，著しく複雑な生成物を伴う。その結果として，Cybotactic グループの1型は，$Si_xO_y^{z-}$ 型の珪酸陰イオンの集合が出現し，残余の O^{2-} イオンは，Mg^{2+} を取り囲み，Cybotactic グループの溶融液中では MgO 組成に近い領域を形成する。陽イオンの易動性が大きくなれば，当然，O^{2-} との相互作用も大きくなり，O^{2-} の僅かの部分が SiO_2 と結合する。Me^{2+} と O^{2-} との相互作用エネルギが大きくなれば，第一近似において，陽イオン半径が小さくなる。このようにして複雑な組成の溶融液中では強陽イオンは，主として O^{2-} 陰イオンに富む領域に配位されるが，弱陽イオンは，$Si_xO_y^{z-}$ イオンの周辺に，主としてグループ化される。

マグマ源溶融液の内部構造を，微不均質体の立場から検討するならば，第1次，論理的結論として，マグマには，積層 (凝離) 化およびとくに鉱石物質の Scale 化 (うろこ状に分離する) の傾向が存在することが推定される。鉱石物質が流状状態のマグマ源珪酸塩溶融液から分離されるというこの種の仮説は，金属が単にイオン型態ばかりをとらないで溶融液に存在している可能性に留意するならば，一層，裏付けられる。

マグマ源溶融液は，きわめて複雑な組成の流体である。すなわち，もちろんイオンに卓越するとともに，粒子および分子流体および電子流体で特徴付けられる他の型を含んでいる。第2型の実在は，地質学的データおよび実験的データが示している。Olshanskii の研究によれば，硫化第一鉄は例えば，著しく多量に珪酸塩溶融液中および多くの流体——Fe，FeS，FeO，$FeO+SiO_2$ 中に溶解し，除々に溶解して純粋の溶融鉄から——酸化第一鉄の珪酸塩の純粋溶液に典型的な電子流体——典型的なイオン流体へ連続的に移行することが可能である。形成される流体混合物 FeS+FeO の連続系は，いわゆるイオン電子流体，すなわち鉄がイオン Fe^{2+} と O^{2-} とともに原子状態で存在する流体例で表わされる。この領域は，この種溶液に対して実験的に確かめられた電子電導性をもつている。珪酸塩溶融液中に溶解する硫化第一鉄粒子は，FeO に富む領域中に入る。このような現象が起こるのは，この種粒子が珪酸塩溶融液の残余の部分よりも，溶融 FeS に近い化学的性質により，イオン・電子として出現するからである。換言すれば，硫化第一鉄は溶融液の珪酸塩中に均等に分布しないで，一定の領域にグループ化し，溶融液の微不均質性を増し，条件の対応変化により，容易に (Scale) 分離する。

鉄および他の金属が——原子状態——珪酸塩溶融液における溶解状態で存在する可能性は，流動スラグにおける鉄の溶解性に関する Shurgin および Esin の興味あるデータが裏付けている。彼等は，$FeO\text{-}Fe_2O_3\text{-}SiO_2$ 溶融液における金滴が著しく鉄で富化されたことを確認した。溶融状態の Fe_2SiO_4 からの鉄の移行に類似の現象は，流体状鋼においても発生する。Fe_3O_4 と Fe とへの FeO のある分解は除かれる。実験用のスラグはさまざまな形態をとる。すなわち鉄および珪素を除けば，スラグは酸化カルシウム，30% 以下，酸化マグネシウム，2.3

％以下）アルミナ（18％以下）である。さまざまなスラグ内における溶解鉄の抽出率は，痕跡から 8.5％に及んでいる。

著者は次のような結論に達している。すなわち鉄は，流体状スラグとともに，溶融塩の金属霧“metalfog”として以前から知られている現象に類似する真溶液を形成する。この種溶解鉄の金属霧状態については，限外顕微鏡観察および起電力の測定によつて明らかにされている。鉄質スラグ中では，均質平衡が起こる。

$$2Fe^{3+}_{スラグ} + Fe_{スラグ} = 3\,Fe^{2+}_{スラグ}$$

この種平衡は，原子鉄と Fe^{3+} イオンとの間，ならびに Fe^{2+} 陽イオンとの間に電子の連続置換が起きるために出現する。しかしこの種平衡は，金属鉄が存在すると，広く知られている不均質平衡に移行するので，以前にはおそらく明らかにされなかつたのであろう。

$$2\,Fe^{3+}_{スラグ} + Fe_{スラグ} = 3\,Fe^{2+}_{スラグ}$$

上述の実験で金が原子状態でスラグ中に溶解しているのは，特異な現象である。Esin および Olshanskii の実験データおよびその他のデータを考慮に入れると，マグマ源溶融液中には，鉄およびその他の金属の一定量が原子状態または硫化物の形態――溶融塩中では“金属霧”の状態で溶解されている――で存在するとともに，イオン，電子，Cybotactic グループ組成にこの種粒子が存在するので，溶融液の微均質性が強化される。マグマ溶融液における金属源元素のこのような状態は，発生時に固有のものであり，外的条件の変化かあるいは溶融液組成の変化と関連して起こるものであろう。

すべての上述のことが裏付けられるならば，外的条件および溶融液の組成変化がまた次のような重要な現象を誘導する。すなわち珪酸塩中における金属とその硫化物の溶解度が著しく低下し，分離（Scale）現象が起こる。この問題についてはあとで若干詳しく取りあげる。ここではマグマ溶融液の微不均質性に関する表象の結論として，一方では，さまざまな組成の Cybotactic グループの分離結果として起こる2イオン流体へ，他方ではイオン流体（珪酸溶融液）と電子流体（鉱物質物質）へ溶離，剝離する傾向が必然的に存在することを指摘しておこう。

したがつて珪酸塩溶融液の状態に関する現代の考えをとりあげると，マグマ中における化学的元素のある種の存在形態が区分される。(1)“自由”可動性陽イオン，（2） さまざまな複雑な度合の珪酸結合を主として形成する錫陰イオン，（3） 溶存金属元素，（4） 金属結合をもち，電子流体として出現する FeS型硫化物または Fe_3O_4 型化合物[註1)]，(5) 分子（溶存ガス）。

溶融液からの鉱物物質の溶離

すでに指摘したように，マグマは，微不均質イオン，電子流体で代表され，溶離が条件の対応変化，とくに溶融液の組成または温度の変化によつて必然的に発生することが推定される。2非混合流体の形成に伴う珪酸溶融液の溶離は，微不均質性の天然の臨界現象として現われる。剝離（Scale）機構は次のような型をとる。例えば MeO—SiO_2 系をとれば，MeO が SiO_2 に溶存している場合には，金属酸化物の酸素イオンはしばしば珪素へ移行し，その結果として $Si_xO_y^{z-}$ 型の珪酸陰イオンの集まりが現われる。Me^{2+} と O^{2-} との相互作用が大きくなると，O^{2-} の僅かの部分が SiO_2 と結合し，残存 O^{2-} は Me_2^+ を取り囲み，溶融液中では，MeO 組成に近い Cybotactic 領域を形成する。不足量の O^{2-} を受ける珪素は，巨多電陰イオン，すなわち純粋の流体状 SiO_2 に近似する Cybotactic グループの貧陽イオンが形成される。溶融液は，微不均質性となり，MeO の含有量（％）の低下によつて溶離現象が起こる。

註1) 固体酸鉄鉱は電気伝導性をもつ。したがつて Fe_2O_3 溶融液は，著しい電気伝導度をもつはずであることは，疑問がないようである。

このような溶離現象は，イオン状態で溶融液中に存在する化学的元素に起こる。原子または硫化物状態で溶融液に存在する元素は，溶解度の単純な低下により独立相に分離する。このような現象は，とくにマグマが地殻の一層上方部分に貫入した場合に起こる温度，圧力の低下によつて誘導される。しかしこのような単純な機構は普遍的でない。さもなければマグマ貫入ごとに鉱体を伴うはずである。鉱物物質が珪酸塩溶融液から分離するのは，他の要因によるものである。

マグマ溶融液における鉱物物質の遊離の重要な原因の1つは，側壁との相互作用，まず第一に石灰岩およびカルシウムに富む他の岩石との相互作用によつて生じるこの種溶融液の組成変化である。とくに花崗岩マグマによる石灰岩の同化作用と接触，交代鉄鉱床との結び付きは，多数の地質学的データによつて裏付けられるとともに，この種の結び付きに関する考え方は，多くの研究者が積極的に支持している。Zavaritskii は，石灰岩の溶融によつて誘導される溶離を鉱床の成因と考え，すでに 1926 年に，鉱床分類にあたつて，シンテクシス，溶離鉱床型自体をも区分している。その後，閃長岩に関連性がある磁鉄鉱鉱床について述べ，“鉱液”が珪酸塩溶融液から遊離する原因として，珪酸塩溶融液に溶存する揮発性鉄化合物と石灰岩との反応を指摘している。

Fersman は，多量の鉄が花崗岩マグマの石灰岩の同化作用とマグマ中に溶存するこの種石灰岩の CaO 影響とにより，石灰岩と花崗岩との接触部に集積することを明らかにした。その後 Fersman に次いで，Vlasof は，接触交代鉄鉱床を花崗岩マグマによる石灰岩の同化作用に結び付け，“一層弱塩基性としての鉄が酸化カルシウムを置換し，晶出作用のマグマ階梯の鉱物中に入らない”という，見解を述べている。

熱力学的計算が示すように，カルシウムによる鉄の置換反応の確率はきわめて大きい。この種反応過程の第一の可能性は，熱力学的ポテンシヤル ΔZ の変化法則によつて決定される。与えられた条件下で $\Delta Z < 0$ である場合には，この種反応は可能である。しかし反応方向に関する ΔZ の精確な計算データを欠失するために，熱効果 ΔH の符号と値とにより普通推定される。

$$2\,CaCO_3 + Fe_2SiO_4 \rightarrow Ca_2SiO_4 + 2\,FeO + 2\,CO_2 - 22.6\ Kcal/mol$$

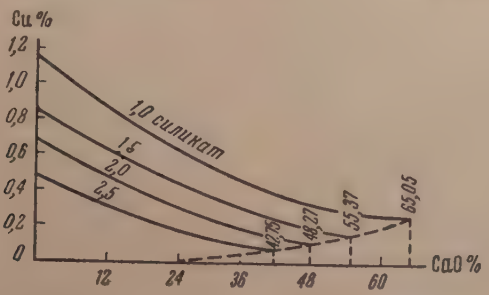
標準湿度下の熱効果は，22.6 Kcal/mol に等しい。

次の反応に対しては，その値は，17.2 Kcal/mol である。

$$CaCO_3 + Fe_2SiO_3 \rightarrow CaSiO_3 + FeO + CO_{12} - 17.2\ Kcal/mol$$

カルシウムによる珪酸塩の鉄置換反応は，実際上熱力学的にきわめて起こり易い。この種反応は，工業生産に利用されている。例えば，黄鉄鉱を溶融する場合にフラクスとして，石灰が添加される。これは，“CaO が FeO よりも一層強塩基性であり，まず第一に SiO_2 と結合する。自由 FeO は空気中の酸素の働きによつて Fe_2O_3 へ一層盛んに移行する。このようにして SiO と空気量が一定の場合には，石灰の添加は，磁鉄鉱の盛んな生成に関連性がある”。

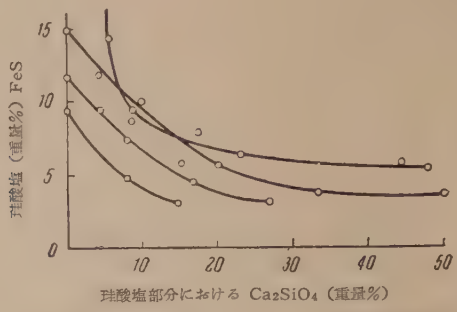
銅の分離に対しても，カルシウムは積極的な役割をなす。例えば，銅製錬ではカラミのなかに



第 1 図　酸化カルシウム含量によつて異なるスラグ溶融液中における銅の濃集状態を示す。

おける銅の含有量を低下させるために，$CaCO_3$ が添加される。石灰はカラミの CaO の含量増加により銅の硫化物の溶解度を引き下げる。30％ Cu_2S の銅のかわの溶解度に及ぼすこのような CaO の影響は，すでに 1916 年に Vanyukof が観察した（第1図）。

特殊の実験研究によつても，鉱物物質が珪酸溶融液から遊離する場合におけるカルシウムの大きな役割が立証されている。例えば，Olshanskii は実験的に次の現象を確認している。すなわち，さまざまな珪酸塩溶融液中における CaO の FeO の部分の置換は，そのなかの FeS の溶解度を著しく減少させるとともに，FeO ときには5％以下の金属が硫化物相に出現し，鉱物質物質の分離，溶離が誘導される（第2図）。



第 2 図 Ca_2SiO_4 含量によつて左右される珪酸塩溶融液中の FeS 濃集状態を示す

Olshanskii によると CaO が珪酸塩溶融液に添加されると，イオン電子領域――FeS が濃集している――の占める容積の減少を促進する。

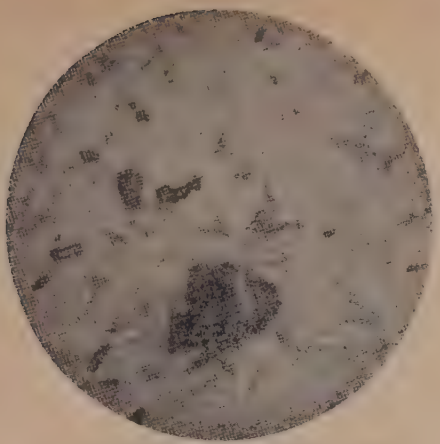
すなわち Ca^{2+} が存在するとこの領域を離れる Fe の量が増加するからである。このような現象が起こると，FeS の溶解度の低下が誘導される。換言すれば，溶融液中では，液の微不均質性によつて，剝離現象の傾向がみられ，カルシウムの添加は，剝離を誘導する。酸化化合物形態で鉱物物質が遊離する場合には，同一現象が起こる。この場合には強陽イオン Fe^{2+} は O^{2-} に富む Cybotactic 領域を形成するが，弱陽イオンの周辺には主として SiO_4^{4-} がグループ化するからである。

われわれの実験的研究は，早期の Stansfild の実験と同様に，花崗岩およびその他の岩石溶融液――石灰岩を溶融する場合――から鉄および他の金属が驚くほど規則的に分離することを示している。

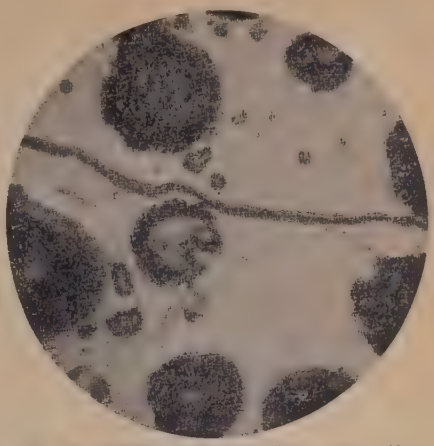
マグマからの金属の搬出

マグマ源珪酸塩溶融液から溶離する鉱物様物質は二重の運命を課せられるようである。すなわち溶融液の結晶作用の場合には，溶融液の内部かあるいは溶融液の範囲外に運ばれて，鉱体の生成――すでに母環境（媒質）外に――を伴う独立の鉱物集積を形成する。上述の原因による鉱物相の溶離は，当初，鉱物質流体の微分散滴の発生を誘導する Cybotactic の巨単位化の形をとつて現われる。この種滴状鉱物は，直ちに巨単位化し（主として気泡によつて）ゆ合するか，分離は，圧低下によるか，石灰岩の解離と関連するか，いずれかによつて，鉱物質流体の溶離と同時的に起こる。さらに滴状鉱物は，この種気泡で，溶融液の上方に運ばれ，次で溶融液外にでる。この場合には，さらにゆ合が同時的に起こる。

全階梯にわたるこの種過程は，珪酸塩岩石と石灰岩との混合物の融解，晶出実験で明らかに認めることができた。この機構に関するある種の考え方は，第 3～9 図の顕微鏡写真で得られるであろう。第3図は微分散滴状鉱物が形成され始めた分離の初期階梯を示したものである。第4図では，気泡の周辺に解離微沈殿物の型で鉱物物質の小集積ができかかつている 第5図

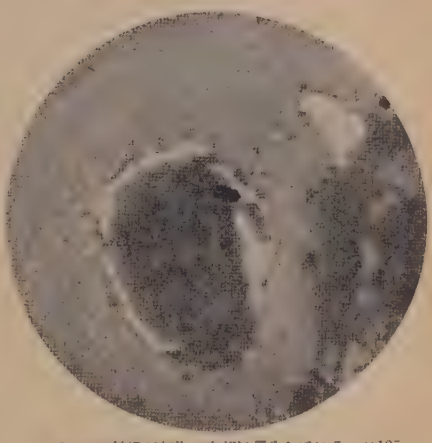


第 3 図　微滴状金属鉄（白色）が分散する状態を示す
× 290

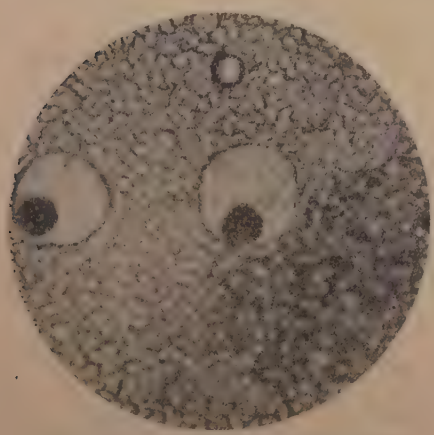


第 4 図　金属鉄がガス泡の周辺に沈殿している　×63

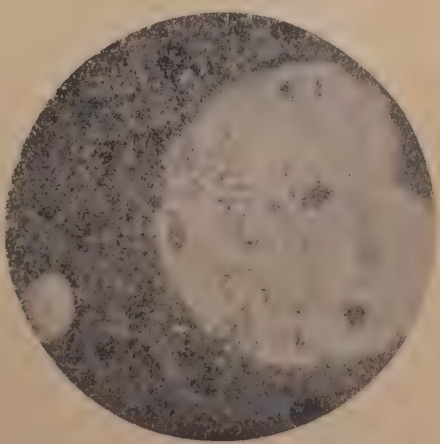
第 5 図　金属鉄が気泡の周辺に集積している　×86



第 6 図　金属鉄縁が気泡の中部に侵入している　×125

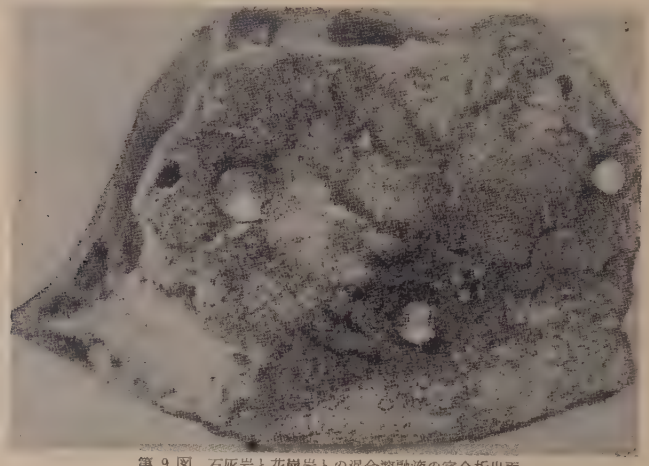


第 7 図　気泡内（白色）における黒（黒色）状金属鉄
柱状粒は仮珪灰石　×60



第 8 図　金属鉄の小球体の断面を示す　×60

では，この種の（解離）沈殿物からなるフリンジ（fringe）が，ほとんど連続的に形成されている。第6図では，この種のフリンジはすでに泡の内部に侵入している。第7図では鉱物物質が泡の内部で，巨単位化滴状粒子の形態をすでに帯びているのがみられる。第8図では，この種が上方に運ばれ，そこで，（globule-pellet）小球体の形態で凝固するのが観察される。この種金属鉄の小球体は，本実験では径 2 mm に達し，多くの場合，析出溶融液の表面に位置している。すなわち鉄の小球体は，外方へ運び出され，ときには，自重により，溶融液の固化塊中にめいり込む（第9図）。さらにまた小球体はるつぼ壁に沿つて溶融液の表面より上方に持ち上げられることがある。



第 9 図　石灰岩と花崗岩との混合溶融液の完全析出面上にみられる金属鉄の小球体　×45

実験は，他金属が金属と同様に誘導されることを立証している。とくに，溶融液の表面に運ばれた混合物としての金属鉄小球体は，花崗岩または閃長岩から抽出された銅，ニッケル，コバルト，マンガンおよび若干の他金属を相対的に相当多量に含んでいる。例えば銅の濃集度は，10 倍から 100 倍に増大する。ゆ着過程の法則的性質および溶融液からの金属の搬出は，驚くべきものである。この種現象の普遍性は，これらの元素の大多数が原岩石中に，きわめて感度の高いスペクトル解析によつても捕捉されない程度に少量含まれているが，小球体中ではきわめて多量に濃縮していることで指唆される。

このような微粒抽出は，被抽出金属が溶融液中に真溶液状の原子形態で存在するとともに，一方ではこのような溶融液が上述の剝離性質を示すから可能であるようである。気（ガス）泡で物質が上方に持ち上げられる現象は，ある種の冶金工程で観察されている。例えば，非鉄金属製錬所の，カワ滴がスラグ，バスには，浮遊している。この種のカワ滴は，その表面に吸着した硫化ガスで持ち上げられたものである。Volskii は，この種の浮遊現象を指摘し，製錬における液相の工業的分離の可能な方法の一つと考えた。実際上，固態状態の金属が気泡で運ばれる現象は，現在鉱業で利用されている。例えば鉛から銅を分離するさいには，固体粒子の（液面上）浮遊を促進させるために，鉛バスに圧縮空気または水蒸気が吹き込まれる。空気泡または水蒸気は上昇し，固体粒子はそれに伴つて懸吊状態で運ばれる。

微粒鉱石を硫酸と混合させ，その混合物を水蒸気で 70° まで加熱する。浮選工程は 1901 年から知られている。硫化鉱物に対する酸素の作用で形成される硫化水素泡は，水の表面に鉱化鉱物膜を持ち上げる。鉱石が炭酸塩を充分量含んでいるならば，炭酸ガス泡も形成され，浮揚力が著しく促進される。現代の浮選法によれば，圧縮空気を吹き込むか，または攪拌によつて，無数に細い空気泡が形成される。上方に上昇するこの種気泡は，大きな泡に除々に結合し，鉱物粒子がそれに付着し，それを上方に持ち上げる。

鉱物物質のマグマ溶融液からの全析出過程は，フロウス浮選工程に類似し，数階梯に分けられる。（1） 溶離に基づく鉱物相の微滴の発生，（2） この種滴状鉱物のゆ着，（3） 微滴状粒子の上昇運動とその捕集の進行。

一般的状態の流体媒質内における固体，流体，気体状粒子の運動は，周知のようにストークスの法則によつて規定される。流体媒質内における流動滴状粒子の移動は，Rybchinskii-Adamar の方程式で一層精確に特色付けるであろう。流体媒質中に懸吊される流動滴状粒子は，重力と静水圧との差に等しい力の作用下で，上昇または沈降——媒質の対応抵抗に出会して——するであろう。Rybchinskii-Adamar 方程式によれば，

$$v=\frac{2r^2g(d_1-d)}{3\eta}\cdot\frac{\eta+\eta'}{2\eta+3\eta'}$$

滴状粒子の沈降また浮揚速度は滴状粒子の半径の二乗に正比例し，滴状粒子と，媒質との密度差は，媒質の粘性度に逆比例する。方程式の v は，cm/sec における滴状粒子の定運動速度，r は cm における滴状粒子の半径，d_1 は g/cm³ における滴状粒子の密度，d は g/cm³ の媒質密度，η は泡中における滴状粒子の密度，η' は泡中における滴状粒子の粘性係数，g' は 981 cm/sec² に等しい重力加速度。$d_1=d$ の等式の場合には，明らかに $v=0$ であるから，分離は起こらないであろう。$d_1>d$ の場合には，滴状粒子は沈降し，$d_1<d$ の場合には，それは浮揚する。

この方程式は，既知の範囲内において，とくに一層粘性流体において，気泡の運動に適用される。しかし粒径 0.01 m 以上の気泡の運動様式は，いわゆるレイノルズ数によつて変わつてくる。

$$Re=\frac{v_r}{\nu}$$

v—泡の運動速度，r—その半径，ν—泡の運動が発生する流体の運動粘性率

滴状鉱物物質および気泡の発生が始まると，その凝固とゆ合が起こる。とくに滴状粒子および泡が運動状態にある場合には，巨単位化が強烈に進行する。ゆ合——滴状粒子または泡がゆ合し，一続一体に合体する——現象は，全比表面積の減少に基づく自由表面エネルギの減少と関連性のある自動現象（spontaneous）である。その機構についてみれば，ゆ合現象は，捕集状再晶出作用（collective recrystallization）を想起さす。

ゆ合は2原因によつて規定される。すなわち衝突確率と凝集（凝固）確率である。衝突確率はまず第一に，粒子のランダム運動（random）速度で規定される温度と粒子の濃集度とによつて左右される。凝集確率は，作用因子の作用オーダに依存する。Smolukhofskii によれば，各粒子は引力球（attraction sphere）体で取り囲まれ，他の粒子はこの種の球体に出会し，ゆ合，合体が始まる。粒子の引力半径の平均値は，粒子自体の半径より2～3倍大きい。

周知のように，流体面は，顕著な収着力，滴状鉱物質を上方に運びあげ，滴状粒子の上昇過程に先行する捕集——固有の凝固以外に——をもつている。このような現象は，気泡滴の収着によつて起こるが，他の場合には，巨気泡に対する滴状鉱物粒の凝集によつて発生する。後者の直接原因としては，滴状鉱物粒子間の引力の増大があげられる。収着，濡れ，凝集および浮揚の各現象は密接な関連性をもつている。気泡に対する滴状鉱物粒子の凝集は，滴状鉱物粒の液滴または気泡へのゆ合と同様に，自由表面エネルギが極小値をとる傾向の産物である。Frumkin その他によれば，気泡と液滴間に働く凝集力は，次式に等しい。

$$L=2\,Pa\delta_{12}\sin\theta-(Pa^2p-Pa^2P),$$

a—接触セクションの半径，σ_{12}—溶融液—ガスの分離に働く表面張力，θ—濡れ端角，p—泡壁に働くガス（気圧），Pa^2p—凝集セクションの気泡内のガス圧力を表わす。$P-Pa^2P$—接触アクションに働く静水圧力

他方では，流体表面の気泡の収着値は，次式で決定される。

$$T = -\frac{C}{RT} \cdot \frac{\partial \delta_{流体}}{\partial C}$$

R—ガス定数，T—絶対温度，C—可溶性ガスの濃度（精確には活性度），σ—（気体と流体の界面の）表面張力　ガス状状態では（流体）表面の吸着膜の占める面積は，ガスが占める範囲セクションが温度と圧力の函数であると正に同じように，温度および“表面圧”と函数関係にある。吸着膜の占有面積と表面圧および温度とを結び付ける法則は，付加圧および温度とガス容積とに関連性のある法則と同一のものとみなされるとともに定数さえも同じである。圧の増大に伴つて，滴状粒子面のガス被膜は凝縮し，温度が充分低ければ凝固する。

気（ガス）泡は，滴状鉱物物質と同様に自然ゆ合（spontaneous coalesce）する。Klassen は，とくに実験的に次の現象を確認した。すなわち接触する泡の径の大きさの差異が大きくなれば，泡のゆ合に必要な泡の近接度が短縮してくる。微泡（0.1 mm 以下）は，径が 5 mm 以上の泡と瞬間的にゆ合する。

マグマ源鉱液中における気泡の干与の問題は新しい問題でない。鉱物物質の移動におけるガス泡の大きな役割については，Fenner が指摘している。しかし Fenner の考え方は，金属がガス状，凝集，化合物の型で運ばれるというわれわれの仮設とは異なつている。すなわち Fenner によれば“揮発成成分中のあるものは，高度にマグマの金属成分の選択集積移動，繰り返し，沈殿の作因に役立つ能力をもつている。好ましい状態にある場合には，全マグマ塊中に分布する少量の金属は，このようにして捕集され，大規模な鉱物集合体を形成することが可能である”。

“マグマ中を上昇するガスは，晩期の熱水溶液よりも，むしろ上方の岩石中における金属化合物の移動の第一作因（agent）となる”。

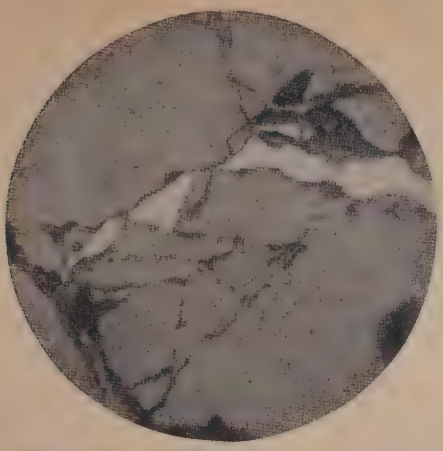
さらに Fenner は，泡の“働き”の性質を記載している。すなわちよく知られた法則によれば，上述のガス（H_2O, HCl, CO_2, H_2S 等）から構成され，マグマ中を上昇するガス泡は，きわめて低い蒸気圧をもつ他のガスを捕集するセル（cell）となる。この場合には，他のガスは，周辺の外圧状態と無関係に，あたかも真空状態のように，気泡群に昇華される。このような“動”作用はしばしば技術工程で利用される。こゝで問題となるような条件の下では，“動”作用はきわめて有効に働き，低，中位蒸気圧をもつ物質の捕集と析出（マグマ）とを誘導する”。Batenan もまた“ガス状移動（gas transfer）は，マグマ溜の上方部分か，あるいは上方岩石中における金属の濃集と搬出との有効な手段であり，鉱床生成において重要な役割をなす”と考えている。

こゝで Smirnof が，Fenner の鉱床生成図式を“現存の仮説中で最も完全なもの”と考え，“Fenner が描く含鉱物流体（ore-bearing fluid）の析出機構は，Graton-Ross の含鉱物流体の進化生成図式と比較して多くの長所を確かにもつている”と指摘していることを想起するのは，無駄でないであろう。

ガス泡は（有用）金属泡とともに，共通の垂直——厳密にいえば——フロント（vertical front）を形成して同一流体媒質中のみを上昇する。固化天盤または貫入体自体の凝固化する表面部分では，このような上昇運動は，困難となる。したがつてガスは，上方に自由通路を求めるはめに落ち入り，構造関係で好ましい地帯をめざして濃集し，一定のガス流を形成するに至る。ガス排出は，溶融液の全表面にわたつて発生しないで，狭い局限された地帯で起こるので，鉱物物質の大量捕集がさらに促進され，大規模の鉱床が誘導される。

鉱体は，天盤の乱された地帯に必然的に形成される。この地域では，ガスは排出口に，多様な割れ目，破砕帯等を利用する。溶融液の凝固が鉱物物質の搬出に先行する場合に起こる類似現象を実験室で再現するのに成功した。この実験では珪酸塩岩石類と石灰岩との混合物を溶融して晶出させたが，鉱物物質は，溶融液の表面に達しないで，凝固溶融液の割れ目に沿つて沈殿したのが認められた（第 10 図）。

ときにはガスは，造構要因をなし，天盤岩石を機械的に擾乱，破壊して排出通路を開き，か



第 10 図　花崗岩と石灰岩との凝固溶融液中に形成された割れ目に沿って金属鉄白色が析出しているのがみられる　×86

つ拡大する。いわゆるガス角礫岩（gas breccia）の形成を伴うこのような“働き”の地質学的例は Reynolds が集めている。Reynolds の記載中で2例（Sadbery, Bum-Doming）の角礫には，鉱体を伴つている。Offman は，“火道”を伴う Angaro-Ilimsk 鉄鉱床について興味あるデータを報告している。この観点からみると，中部ウラルの Fechen の接触交代鉄鉱床の第2鉱体も興味がある。この鉱体は，内部に角礫化された岩石を伴う垂直のパイプ状形態をなしている。

石灰岩が同化作用を蒙つている場合に，構造的にみてガス排出に好都合な通路が存在することは，同化作用が実際上起こつたことを裏付ける多数の地質学的事実で確かめられる。

石灰岩の同化作用――炭酸ガスの放出と化学的相互作用――が実現するためには，この種ガスが（反応）系から常に追い出されることが必要である。反対の場合には，質量作用の法則に従つて，CO_2 は，たちまち平衡弾性度に達し，反応はさらに進行しない。（$t=903°$ の場合の CO_2 の平衡弾性値は，1気圧に相当する。）

石灰岩が同化作用を蒙る場合の CO_2 の活性化の好例としては，ベエスビヤスの火山活動があげられる。Rittman によれば，この火山では，同化作用は，熔岩の岩石学的組成を決定するばかりでなく，有史時代におけるベエスビヤス全火山活動は，この作用で条件付けられている。

石灰岩の同化作用は，マグマ内のガスの弾性度を凌駕し，火山の生命は，このようにして支えられている。

もちろん金属の搬出移動は鉱物物質が，珪酸塩溶融液から遊離する唯一の方法ではない。母溶融液の組成は多様であり，ガスを含む場合もあり，含まない場合もあるから，鉱床の生成過程は，さまざまな条件の下で，母岩中に鉱体または鉱染帯が形成し，多様な生成階梯を完了する。流動状滴状鉱物粒子は，常に，ガスによつて上方に運ばれ，集合，濃集されるものとは限られていない。反対に，重力によつて，溶融液の下方へ沈降することも起こる。しかしあらゆる場合を通じて，固有のマグマ源鉱床の任意の型にあつては，鉱物物質の分離・ゆ着機構は，同一状態を示すものである。

結論とある種の地質学的考え方について

結論として次のように要約される。マグマは，イオン，電子状，微不均質流体であつて，そのなかには，鉄・クロム・ニッケル・銅・コバルトおよびその他の金属が，イオン状態とともに，溶解状態，原子状態または硫化物状態で含まれている。マグマ溶融液の剝離傾向は，溶融液の内部構造および微不均質性によるものである。すなわちこれらの元素類は，溶融液の組成変化かまたは貫入・定着時の温度低下によつて起こる溶離過程を媒介として遊離される。鉄お

よびその他の金属類が流動状態の珪酸塩溶融液から析出する重要な原因の1つは，石灰岩またはカルシウムに富む岩石類と溶融液との相互作用である。相互作用が働くと，溶融液に溶解している金属および硫化物の溶解度が低下し，鉱石造成元素類，まず第一にイオン状態で含まれている鉄のような部分が溶融液から追い出される。

微滴状態で遊離される鉱物物質はゆ合し，花崗岩状岩石中では，溶融液の上方凝固部分または天盤岩石中にガス（気）泡で運ばれる。このような transfer 状態は，フロス浮選工程に類似している。搬出過程では，さらに滴状鉱物物質の捕集が進行するが，流動状態のガス泡の運動が対応条件下の一定の好ましい造構通路に沿つて方向付けられている場合には，滴状鉱物物質の沈殿が造構通路に起こり，大規模の鉱体，まず第一に接触交代型の鉱体が形成される。しかし天盤岩石中に著しく多量に析出する場合には，ある種の熱水鉱床型が形成される。

ガス状物質が乏しく，かつ粘性度の低い超塩基性，塩基性岩石類にあつては，鉱物物質の搬出は起こらない。この場合には，鉱物物質は母岩自体中に沈殿し，マグマ交代作用によつて条件付けられる鉱床または固有のマグマ源鉱床の異なる階梯を形成する。

マグマ溶融液の進化過程では化学的元素の存在形態は，その運命があらかじめ決定されている。溶融液の進化過程では，マグマ型鉱床生成過程と後火成作用型鉱床生成過程との2過程間で解離される著しく異なる2金属（鉱床生成）元素グループが存在するようである。第一金属元素グループには，原子状態または金属電子結合をなす MeS 型の化合物状態で存在するすべての元素が含まれ，電子流体（electron fluid）を形成し，珪酸塩溶融液から独立相を（それぞれの原因によつて）形成して分離する。このような分離は，上昇，定着マグマ溜の最初の存在期間に溶離現象を媒介として起こるであろう。この種の金属グループには，固有のマグマ源鉱床および接触交代鉱床中で鉱業価値のある鉱石を形成する元素類，すなわち鉄・チタン・クロム白金類・ニッケル・コバルト・銅およびその他の金属が入れられる。析出したこの種金属類は，母岩中に濃集し，あるいは気（ガス）泡に捕集されて溶融液の定着，貫入範囲外に搬出される。

鉱床成因からみて興味がある化学元素の第2グループは，イオン状態に留まつて同一溶融液中に含まれている。この種溶液の進化過程では，この種の化学元素類は，温度低下に対応して，その残渣または分化産物――一般に認められている後火山作用期の鉱床生成様式に対応して――中に集積する。とくにこの種の進化過程で特徴的な現象は，第2グループの典型的代表元素であるベリリウムおよび錫の挙動である。すなわち鉄・亜鉛および他の金属と異なつて，BeO，SnO_2 は溶融状態では SiO_2 と完全に混合することが実験的に確認されている。この種の元素類と酸素との相互作用エネルギは，珪素に対する相互作用エネルギときわめて近いので，この種元素類は，相互に置換され，共通のグループが酸素によつて形成される。このような流体内における Cybotactic 領域と対応して，組成には著しく差異がみられないとともに，剝離（溶離）が起こらない。このような現象は，まず第一に，ベリリウムおよび錫がペグマタイトおよびグライゼン中に主として集積することを条件付けている。この種元素類が第一グループの鉱床中に濃集されるのには，追加要因の影響が必要である。

例えばベリリウムがスカルン鉱床に集積しているのは，所要のマグマにおけるフツ素の高度濃集と関連性をもつている。フツ素は，ベリリウムの抽出にはきわめて大きな役割を占めている。

溶融液における化学元素の多様な存在様式および分離（個別化）過程の多様な機構――ペグマタイトおよび鉱床の空間，時間内における解離，生成を誘導する――は，ある程度まで，その相関関係をときほどくことが可能であろう。この問題――相関関係をみいだすこと――は，Smirnof が指摘しているように，鉱床生成問題中でも，最も解決を迫られている問題の一つである。

鉄のようにとくに分布する化学元素系列は，溶融液中に同時にイオンおよび原子形態で存在し，造岩鉱物類中にそれぞれ含まれ，遊離して鉱床を形成する。例えば原子状態または

FeS および Fe_3O_4 型の金属結合をもつ化合物の状態で溶融液中に存在する鉄は，溶離して，鉱体中に入り，そのなかの少量のみが共生磁鉄鉱の型をとつて岩石中に定着する。Fe^{2+} および Fe^{3+} のイオン状態で存在する鉄は，造岩珪酸塩中に入る。こゝで次のことを強調しておくことが必要である。すなわち鉱物相は，鉄の少量部分を形成し，その主要部分は珪酸塩溶融液中に残存していることである。したがつて母貫入岩体の賦存範囲外でマグマ源鉱床の鉄を探鉱することは，まつたく無駄である。単純な計算によれば，鉱体を形成する鉄は，一般に花崗岩溶融液かまたは閃長岩溶融液中の総鉄分含有量——貧鉄鉱であつても——の（相対的）僅かの部分を占めることを示している。例えば，母閃長岩——この種鉄鉱床の生成に関連性をもつている——中に賦存する Vysok 山およびその周辺の鉱床の鉄分を復元してみると，この種閃長岩中の鉄の容積含有量——Evstinniskl⟶Lebyazhinsk—Vysok山の三角地帯とその地帯の深度 500 m までの箇所とに賦存する鉄分——だけでは，合計で 0.3 % に増大する。したがつて Magnit 山および Bragodat の巨大鉱床の生成に関連性がある貫入岩体では，このような僅かな鉄含有量に出会する。

チタンも，また溶融液中では二重の役割を演じる。イオン状態で溶融液中に存在するチタンは，錯イオンを形成し，珪酸の四面体構造に入る。他方では，チタンは，火成源のチタン，磁鉄鉱鉱床中に集積している。

周知のように，輝石および，斑糲岩中に賦存するチタン磁鉄鉱床は，数成因型に分類され，その成因については，さまざまな見解が存在する。超塩基性岩石に関連性のあるクロム鉱床も，その生成条件によつて数型に分類されている。しかし，これらの火成源鉱床に共通な現象は，他の固有な火成源鉱床——このうちに硫化物鉱床を含む——のように，流体状態の一定の剝離階梯を経る珪酸塩溶融液の上述の遊離機構である。この種の遊離現象——溶融液の多様な組成を含む——が起こる条件の多様性，wall rock との相互作用，異なる熱力学的条件と関連性のある遊離時間差は，鉱体と母岩との相関関係の多様性ならびに自然にみられる鉱床型の多様性を誘導する。とくに早期に遊離する鉱物物質が晩期に析出することがある。

流体状態での鉱物物質の遊離，すなわちマグマ溶融液の珪酸塩部分と鉱物物質部分への溶離は，とくに珪酸塩，硫化物系領域については多数の実験によつて確認される。Fesher の実験では，鉱物相が流体状態の珪酸塩溶融液から単離する可能性を裏付けている。火成源鉱床の生成下における溶離階梯の発生の直接的な地質学的裏付けは，次の原因によつて多くない。すなわち，Zavaritskii が正しく指摘しているように，含鉱石成分流体が晶出する場合には，初期に発生する流体状態の分解過程を指示するいかなる痕跡も残らないからである。明確な溶離徴を期待するのは難しいが，この種の明白な徴候の欠失をもつて，溶離現象の発生可能性を否定する根拠とすることはできないであろう。Zavaritskii 自身は，この種徴候の一つとして，周辺から中心部に向かつて結晶が成長していつたことを示すヅン橄欖岩中のクロム鉄鉱（円核）の球状構造を考えている。

地質調査所月報 第11巻 第5号 目次

報　文

淡路島の亜炭（その2）

鹿児島県高隈山地域鉱床概報

滋賀県琵琶湖南東地域マンガン鉱床
—珪酸マンガン鉱床　第1報—

概　報

高知県象子鉱山の鉱床について

島根県益田市周辺の磁硫鉄鉱鉱床

岡山県阿哲郡北部地域の磁硫鉄鉱鉱床

岡山県川上郡川上町付近の磁硫鉄鉱鉱床

広島県佐伯郡吉和村北部地区の地質・鉱床

広島県佐伯郡湯来町地区の鉱床について

広島県上下町および周辺地区地質・鉱床

山口県蓮華山周辺地区の磁硫鉄鉱鉱床

宮崎県黒葛原鉱山の磁硫鉄鉱鉱床

群馬県利根郡新治村雨見山付近の砂鉄鉱床

広島県青滝・馬乗・銅谷鉱山の磁硫鉄鉱鉱床

資　料

完全褶曲形成機構のある種の特性

地質調査所への連絡は

本　所	神奈川県川崎市久本町（溝の口）135 番地　電話 (701) 1146～1148番 (721) 4291～4293番
東京分室	東京都新宿区河田町8番地　電話（341）7131～8番
北海道支所	北海道札幌市南1条西 18 丁目　電話（3）5574番
仙台駐在員事務所	仙台市柳町通り 28 番地 (仙台通産局内) 電話（3）2306番
名古屋駐在員事務所	名古屋市東区長塀町 (名古屋通産局内) 電話（4）6416番
大阪駐在員事務所	大阪市東区杉山町1番地　電話大阪（94）3969番
広島駐在員事務所	広島市基町1番地 (広島通産局内) 電話　中（2）1945番
四国駐在員事務所	高松市鍛冶屋町4の16 (竹内ビル内) 電話 高松（2）3052番
福岡駐在員事務所	福岡市北浜町2の19番地 (通産省福岡合同庁舎内) 電話（2）6743番

昭和35年4月20日　印　刷
昭和35年4月25日　発　行

©
著作権所有　工業技術院地質調査所

印刷者　笠井朝義
東京都港区芝南佐久間町1ノ53

印刷所　株式会社　笠井出版印刷社
東京都港区芝南佐久間町1ノ53

U. D. C. 55(05)

BULLETIN OF THE GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Katsu Kaneko, Director

Vol. 11 APRIL 1960 No. 4

CONTENTS

H. Higashinaka & K. Nagai: Investigation on Lignite Fields in Awaji Island Part 1 ..... 1(207)

S. Ijima: Geological Survey on the Test Boring Area in Toyono-machi, Kamiminochi-gun, Nagano Prefecture ..... 15(221)

K. Komura: Preliminary Notes on the Kanayabuchi Deposit of the Gojō Mine, Nara Prefecture ..... 31(237)

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Hisamoto-cho, Kawasaki-shi, Japan

地 質 調 月
Bull. Geol. Surv. J.
Vol. 11, No. 4, 1960